



**Relación de la Aptitud Cardiorrespiratoria, Actividad Física y
Composición Corporal en Personas de Tercera Edad**

Yudith Yanina Surichaqui Araujo

Porto – Septiembre del 2016



Disertación presentada con la obtención de 2º ciclo en Actividad Física y Tercera Edad, en base al Decreto-Ley 74/2006 de 24 de marzo, sub-orientado de la Profesora Doctora Maria Joana Mesquita Cruz Barbosa de Carvalho.

Master Thesis presentad for the conclusion of 2º Cycle Studies in Physical Activity and Elderly, according to decret-law nº 74/2006 of 24 March, under the supervision of the teacher Dra. Maria Joana Mesquita Cruz Barbosa de Carvalho.

Yudith Yanina Surichaqui Araujo

Porto, 2016

Surichaqui Araujo, Y. Y. (2016). Relación de la aptitud cardiorrespiratoria, actividad física y composición corporal en personas de tercera edad de Porto.

PALABRAS CLAVES: ACTIVIDAD FÍSICA, APTITUD CARDIORRESPIRATORIA, COMPOSICIÓN CORPORAL



Esta dissertação foi realizada com base no projeto desenvolvido pelo Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), uma unidade de investigação e desenvolvimento situada na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (UID/DTP/00617/2013).

Tu afecto y cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ti. Aún a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida.

Gracias, hija.

Agradecimientos

Dejar la comodidad y confort de estar cerca de los seres que amas, y pasar una travesía llena de momentos gratos, de dificultades, y al finalizar sentir una inmensa satisfacción personal y colectiva, es reconfortante. Esta tesis es producto del apoyo, directo e indirecto que personas e instituciones me brindaron para realizar un trabajo de esta magnitud.

Las palabras escritas no alcanzarán la gratitud y cariño que siento por ustedes, querida familia. En especial al tesoro de mi vida, “Naia”. A mis padres, Julio, Rosalia y Marleni, por orientarme a tomar las mejores decisiones. A mi amado esposo, Joel, por apoyarme a concretar este atrevimiento académico, ser flexible y comprensivo. A mis queridos hermanos, Amelia, Percy, Lucero, Saúl y Celina, por brindarle cariño y alegría a mi vida.

A la profesora Doctora Maria Joana Mesquita Cruz Barbosa de Carvalho, orientadora de esta disertación, por transmitirme sus conocimientos académicos con sencillez y disponibilidad, por ayudarme a resolver las diversas dificultades con la mejor de las respuestas, y por encaminarme a un proyecto innovador, sobrepasando todas mis expectativas. Muchas gracias por siempre tener un tiempo para mí.

A los Mestres, Adjane Pontes y Paulo Carmo, gracias por el acogimiento en su proyecto y por transmitirme sus conocimientos y experiencias. A todas las personas de tercera edad, que muchas veces me hicieron ver que mis dificultades no tenían punto de comparación con los verdaderos conflictos de la vida.

Al profesor Doctor André Seabra, gracias por su gentileza y soporte en la parte estadística. A la profesora Doctora Andreia Pizarro y al profesor Doctor Carlos Ribeiro que tuvieron aclaraciones, acerca de temas que muchas veces eran complejos, con sus explicaciones se volvieron entendibles.

A los profesores de la FADEUP, por ser parte de este camino de formación y por hacerme sentir en familia. Gracias por acogerme y ser tan humanos y buenas personas. En especial a Jorge Mota, Olga Vasconcelos, Antonio

Marques, José Oliveira, Paula Rodrigues, Rui Garganta, Paula Santos, Rui Corredeira, Tânia Bastos y Ana Sousa.

A todos los trabajadores de la FADEUP, a pesar de su arduo desempeño, siempre me apoyaron y brindaron informaciones exactas; en especial a Hugo Silva, Sara Henriques, Maria Domingues, Fernando Mariño, Patricia y Tina.

A mis amigas brasileñas, Suiane Lima, Amanda Santos, Thayse Gomes y Lucimére Bohn que a lo largo de nuestras prácticas siempre tuvieron un espacio para escuchar mis dudas, y cumplieron algunas veces, el papel de co-orientadoras. Gracias por preocuparse por mí.

A todos mis amigos que siempre me acompañaron y me motivaron, algunos a la distancia y otros a mi lado, cuando en algún momento quise desistir; tuvieron las palabras exactas para hacerme sentir en casa y animarme. En especial a Adriana Moraes, Yesenia Romero, Nancy Sánchez, Rafael Stein, Helena Sala, Alynne Andaki, Maria de Carmo, Raquel Lima, Claudia Chaves, Sarita, Carlos y Teca.

Al Proyecto BABEL (Building Academic Bonds between Europe and Latin America) y al Programa Erasmus Mundus, por permitirme conocer realidades que cambiaron mi perspectiva de observar el ámbito académico y cotidiano; en especial a Ana Paiva, Rita Santos, Ana Ferreira y Bárbara.

A la Faculdade de Desporto, a Universidade do Porto, a la ciudad de Porto y a Portugal, que durante estos dos años me brindaron una estadía llena de afecto, respeto y seguridad.

A la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle (UNE), por todos los conocimientos que me brindó, y por incentivarme a seguir el camino de la investigación y luchar para adquirir conocimientos en mi día cotidiano. En especial, al profesor Doctor Alcibíades Bustamante Valdivia, por ser un maestro impecable, por el apoyo y la amistad que siempre me brindó.

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras.....	XI
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen.....	XV
Resumo.....	XVII
Abstract.....	XIX
Lista de abreviaturas y Símbolos.....	XXI
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1. El envejecimiento.....	7
2.2. Cambios morfológicos de la composición corporal durante el envejecimiento.....	9
2.2.1. Masa libre de grasa: Contenido mineral óseo, masa muscular esquelética y contenido corporal de agua.	10
2.2.2. Masa grasa: Total y regional	13
2.2.3. Modelo de componentes para evaluar la composición corporal en la tercera edad.	15
2.3. Actividad física y composición corporal en personas de tercera edad.....	20
2.3.1. Método para evaluar la actividad física.	21
2.4. Aptitud cardiorrespiratoria y composición corporal en personas de tercera edad.....	23
2.4.1. Métodos para evaluar la aptitud cardiorrespiratoria.....	25
2.5. Composición corporal, actividad física y aptitud cardiorrespiratoria en personas de tercera edad.....	27
2.6. Dolencias cardiovasculares.....	29
2.7. Factores de riesgo de las dolencias cardiovasculares.....	30
2.7.1. Obesidad	31
2.7.2. Hipertensión.....	32
2.7.3. Inactividad física.....	34

III.	OBJETIVO E HIPÓTESIS.....	39
IV.	MÉTODOS.....	43
4.1.	Composición corporal.....	44
4.2.	Aptitud Cardiorrespiratoria.....	45
4.3.	Análisis estadístico.....	47
V.	RESULTADOS.....	51
VI.	DISCUSIÓN.....	59
VII.	LIMITACIONES.....	69
VIII.	VENTAJAS DEL MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	69
IV.	CONCLUSIONES.....	73
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	77

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura I. Esquema general de la forma y el sitio de almacén del incremento del tejido adiposo.....	13
Figura II. Diagrama mostrado de cambios relacionadas a la edad en la forma del cuerpo y en la distribución de la masa grasa.....	14
Figura II. Clasificación de las actividades en diferentes intensidades de acuerdo con los gastos energéticos ($\text{MET} \times \text{minutos}^{-1}$).....	35
Figura IV. Posición del paciente, haciendo uso de DEXA.....	44
Figura V. Corrida en el tapiz rodante, haciendo uso del espirómetro para hallar el $\text{VO}_{2\text{máx}}$	45
Figura VI. Posición del uso del acelerómetro.....	47

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Muestra las técnicas y métodos de evaluación de la Composición Corporal de acuerdo.....	17
Tabla II. Parámetros evaluados en la absorciometría con rayos X de doble energía.....	18
Tabla III. Método de terreno y laboratorio de evaluación de la AF	22
Tabla IV. Protocolo de Bruce.....	26
Tabla V. Complicaciones de la obesidad para la salud en personas de tercera edad.....	31
Tabla VI. Clasificación de la hipertensión arterial.....	33
Tabla VII. Características de la edad, peso, altura, composición corporal, aptitud cardiorrespiratoria y actividad física.....	51
Tabla VIII. Correlación Parcial entre los indicadores de la composición corporal y el volumen máximo de oxígeno y los índices de actividad, ajustado al sexo y la edad.....	52
Tabla IX. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % Masa grasa con el sexo, $VO_{2máx}$ y AFMV.....	53
Tabla X. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % Masa grasa con el sexo, $VO_{2máx}$ y AFMV.....	54
Tabla XI. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % de Androide con el $VO_{2máx}$	55
Tabla XII. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % de ginoide con el sexo, $VO_{2máx}$ y AFMV.....	55

RESUMEN

Un estilo de vida físicamente activo parece ser determinante para mantener buenos niveles de aptitud cardiorrespiratoria y composición corporal; componentes muy importantes de la condición física relacionada a la salud en los adultos mayores. La relación entre la aptitud cardiorrespiratoria, niveles de actividad física y composición corporal en el envejecimiento es compleja; no se ha encontrado un consenso sobre la dirección de la misma. Con el fin de evaluar la relación de estas variables, se realizó un estudio transversal. La muestra fue formada por 49 personas, de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 65 y 80 años. La actividad física se estimó a partir del acelerómetro; la composición corporal se determinó por densitometría ósea de doble energía (DEXA); y la aptitud cardiorrespiratoria fue evaluada por la espirometría, mediante el uso del protocolo de Bruce en el tapiz rodante. El análisis de regresión lineal múltiple se realizó utilizando SPSS 23.0. Los resultados mostraron una relación significativa entre i) la capacidad cardiorrespiratoria, %MG ($\beta = -0,280$); ii) actividad física moderada; %MG ($\beta = -0,194$) en relación a la iii) capacidad cardiorrespiratoria, % Ginoide ($\beta = -0,227$); y entre iv) la actividad física moderada y % Ginoide ($\beta = -0,136$). Se concluye que la capacidad cardiorrespiratoria, así como los niveles moderados de actividad física, se presenta como predictor relevante de la acumulación excesiva de grasa en el cuerpo de una persona de tercera edad.

PALAVRAS-CHAVES: ACTIVIDAD FÍSICA, APTITUD
CARDIORRESPIRATORIA, COMPOSICIÓN CORPORAL

RESUMO

Um estilo de vida fisicamente ativo parece ser crucial para manter bons níveis de aptidão cardiorrespiratória e de composição corporal, sendo estes componentes da condição física relacionada à saúde, muito importante nos idosos. A relação entre a aptidão cardio-respiratória, níveis de actividade física, e composição corporal com o envelhecimento, parece ser complexa, não existindo consenso quanto à direcção da mesma.

Este estudo transversal teve como objetivo avaliar a relação destas variáveis.

A amostra é composta de 49 idosos, de ambos sexos, com idade entre 65 e 80 anos foi avaliada nas seguintes variáveis: 1) atividade física estimada a partir do acelerómetro; 2) a composição corporal determinada por densitometria óssea de dupla energia (DEXA); e 3) a aptidão cardiorrespiratória avaliada pela espirometria usando o protocolo de Bruce no tapete rolante. A análise de regressão linear múltipla foi realizada usando SPSS 23.0.

Os resultados mostraram uma relação significativa entre: i) aptidão cardiorrespiratória e % MG ($\beta = -0,280$); ii) atividade física moderada e % MG ($\beta = -0,194$); iii) aptidão cardio-respiratória e %MG ginoide ($\beta = -0,227$); e iv) entre atividade física moderada e % MG ginoide ($\beta = -0,136$). Conclui-se que a capacidade cardiorrespiratória e níveis moderados de atividade física parecem ser preditores importantes de acumulação excessiva de gordura no corpo, em particular em a gordura ginoide dos idosos.

PALAVRAS-CHAVES: ATIVIDADE FÍSICA, APTIDÃO
CARDIRRESPIRATÓRIA, COMPOSIÇÃO CORPORAL

ABSTRACT

A physical active life-style seems to be decisive to maintain good cardiorespiratory fitness and body composition, being this componentes of the health-related physicalfitness very important for older adults. The relationship between cardiorespiratory fitness and levels of physical activity with body composition on aging, as proven to be complex. Since there is no consensus about its direction.

The presente cross sectional study was conducted in order to assess the relationship between this variable. A sample composed by 49 adults of both sexes, aged between 65 and 80 years was evaluated in the following variables: 1) Physical activity measured by accelerometer; 2) body composition determined by dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) and 3) cardiorespiratory fitness assesed by spirometry in treadmill's Bruce Protocol. A multiple linear regression analysis was performed using SPSS 23.0.

The results showed a significant relationship between: i) cardiorespiratory capacity and % Body fat ($\beta = -0,280$); ii) moderate physical activity and % Body Fat ($\beta = -0,194$); iii) cardiorespiratory capacity and %BF Gynoid ($\beta = -0,227$) and iv) between moderate physical activity and % BF Gynoid ($\beta = -0,136$). We concluded that cardiorespiratory capacity, as well, moderate levels of physical activity seem to be important predictors of excessive body fat accumulation in older adults.

KEYWORDS: PHYSICAL ACTIVITY; CARDIORESPIRATORY FITNESS;
BODY COMPOSITION

Lista de abreviaturas y siglas

AF – Actividad Física

AF leve – Actividad Física leve

AFMV – Actividad Física Moderada-Vigorosa

CC - Composición Corporal

ApC – Aptitud Cardiorrespiratoria

$VO_{2\text{máx}}$ - Volumen Máximo de Oxígeno

O_2 - Oxígeno

% - Porcentaje

MG – Masa Grasa o Masa Gorda

MLG – Masa Libre de Grasa

MM – Masa Muscular

MC – Masa Corporal

DCV – Dolencias Cardiovasculares o Enfermedades Cardiovasculares

CV - Calidad de Vida

Kg - Kilogramos

m^2 - Metros elevados al cuadrado

Km - Kilómetros

Min- Minutos

DMO – Densidad Mineral Ósea

HD – Hidrodensitometría

ACT – Agua Corporal Total

DEXA - Dual Energy X Ray Absorptiometry (Absorciometría dual de rayos X)

OMS – Organización Mundial de la Salud

ACSM - American College of Sports Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte)

AHA - American Heart Association (Asociación Americana del Corazón)

LDL - Lípidos de baja densidad

HDL – Lípidos de alta densidad

PA – Presión Arterial

PE - Prueba de Esfuerzo

Mph - Minutos por Hora

Hr – Hora

METS - Metabolic Equivalent of Task (Equivalente Metabólico)

FRC - Factores de Riesgo Cardiovascular

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es una realidad cada vez más evidente a nivel mundial, sean países en desarrollo o subdesarrollados (Govindaraju et al., 2015; Karas et al., 2016; Kim et al., 2016; Winter et al., 2016). Por otro lado, la dolencia cardiovascular es una consecuencia, en términos de morbilidad y mortalidad, que representa un importante y creciente problema de salud pública (Fleg & Strait, 2012; Jackson & Wenger, 2011; Serra, 2011). En este sentido, existe una preocupación e interés muy alto, por parte de investigadores de diferentes áreas de conocimiento, sobre el fenómeno de envejecimiento, no solo para estudiar los procesos degenerativos que están asociados, sino, fundamentalmente, para conocer y desenvolver las estrategias que permitan disminuir los efectos del envejecimiento. El objetivo es mejorar la salud, el bienestar y la autonomía de la persona de tercera edad, para de este modo mejorar su calidad de vida.

De un modo general, el proceso de envejecimiento es traducido por una disminución de la función psicológica, fisiológica y funcional, en la cual destaca la disminución de la aptitud cardiorrespiratoria y las alteraciones de la composición corporal. Esta variación se presenta en el aumento de la masa grasa y reducción de la masa muscular (Batsis et al., 2016; Carnevale et al., 2015; Simões et al., 2015; Villani et al., 2014). Más allá del impacto de cada uno de estos factores, se debe considerar que la interacción de ellos parece llevar un ciclo vicioso, donde el agravamiento o instalaciones de nuevas dolencias llevan a una reducción de los niveles de aptitud física, lo cual conlleva a tener una mayor limitación funcional. Mientras mayor sea la limitación funcional, mayor será la tendencia para la obesidad, como consecuente agravamiento de las dolencias (Boccatonda et al., 2016; Hayes et al., 2014; Lera et al., 2014; Spirduso et al., 2005; Yu et al., 2011).

Cuando nos referimos a la salud en personas de tercera edad, las Factores de Riesgo Cardiovascular (FRC) merecen un destaque especial, porque más allá de constituir las causas líderes de muerte en esta fase etaria, también son responsables de la gran morbilidad observada en esta población; representa un gran desafío para la manutención de la salud y calidad de vida

(CV) de las personas de tercera edad (Cho et al., 2011; Dogra & Stathokostas, 2012; North & Sinclair, 2012; Winter & Evenhuis, 2015).

Tomando en consideración el rápido y creciente aumento poblacional de la escala de tercera edad, el impacto de los FRC sobre la CV, desde individuos en particular, y la sociedad en general, así como los costos en servicios de salud, resulta relevante estudiar las relaciones entre estos factores de riesgo para la salud cardiovascular y los niveles de actividad física de los ancianos, en el intento de desenvolver estrategias para aumentar los niveles de actividad física.

A pesar de reconocer la influencia de la aptitud cardiorrespiratoria de la composición corporal, y de los niveles de actividad física en la salud cardiovascular en las personas de tercera edad, las asociaciones no están suficientemente determinadas, esencialmente por las razones metodológicas, ya que hasta ahora se consideran algunos parámetros subjetivos para esta fase etaria (Chapman, 2010; Spirduso et al., 2005).

Por ello, el objetivo de este estudio es analizar la relación de la actividad física, la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 65 y 80 años. Se obtuvo como resultado una asociación entre la actividad física moderada en los porcentajes de la masa grasa y masa ginoide. De la misma manera, entre la aptitud cardiorrespiratoria ($VO_{2m\acute{a}x}$) y los valores dependientes de la composición corporal. Se terminó afirmando que estas variables repercuten o tienen un efecto positivo en la Composición Corporal (CC).

REVISIÓN DE LITERATURA

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. El envejecimiento

El envejecimiento es un proceso de pérdidas funcionales y cognitivas que ocurre con el tiempo en los seres vivos, a consecuencia de la interacción de la genética del individuo y su medio ambiente. Lo preocupante es cómo ello repercute en la sociedad, debido al progresivo aumento conocido como envejecimiento demográfico; es decir, un cambio en la estructura de edades donde básicamente crecen los grupos de edades maduras y longevas, y se mantienen y disminuyen los grupos de menor edad, lo que conlleva a cambios socioeconómicos (Florencio et al., 2011; Martz & Morse, 2016; Rutten & Abu, 2004; Spirduso et al., 2005)

Este abrupto cambio ocurre, por un lado, por el decrecimiento de las tasas de natalidad y, por otro lado, por el aumento de la esperanza de vida (Cho et al., 2011; Teixeira & Neri, 2008). El promedio de vida de los seres humanos es cada vez mayor: el porcentaje de personas que entra a este grupo está creciendo abruptamente y continuará haciéndolo en los próximos veinte años (Martz & Morse, 2016; North & Sinclair, 2012).

Por lo tanto, el envejecimiento es un proceso natural, universal y multifactorial que produce cambios inevitables a lo largo de la vida, caracterizado por la progresiva pérdida de factores fisiológicos, psicológicos y sociales específicos de cada individuo; no por consecuencias de accidentes o dolencias, sino por factores del medio ambiente o de estilos de vida (Corbi et al., 2012; Florencio et al., 2011; Serra, 2011; Spirduso et al., 2005).

Según Spirduso et al. (2005), para entender el proceso de envejecimiento, es importante conocer las causas que este envuelve. Sin embargo, en este punto, los autores no encuentran un consenso y, por tanto, brindan una infinidad de teorías, y crean una enorme complejidad en el tema. En este sentido, se considerarán las siguientes teorías de envejecimiento: Teorías Genéticas, Teorías de Agresión y Teorías de Desequilibrio Gradual.

Teorías Genéticas: Sugieren que el proceso de envejecimiento se da desde el nacimiento hasta la muerte, programado por los genes, las estimaciones de heredabilidad y longevidad. Aproximadamente un tercio de la variación fenotípica, asociada con el rasgo, es atribuible a factores genéticos, mientras que el resto se ve influenciado por factores epigenéticos y ambientales (Govindaraju et al., 2015; Lenart & Krejci, 2016; Llano et al., 2002).

a) Teorías de la Agresión: Plantean que durante el envejecimiento las reacciones químicas que ocurren, naturalmente en el organismo, comienzan a producir una cantidad irreversible de deterioración en las células. Estas células deterioradas causan alteraciones en determinados componentes celulares, incluidos las proteínas y los ácidos nucleicos. La idea de esta teoría es que si el proceso fuera minimizado, el proceso de envejecimiento sería retardado (Blokh & Stambler, 2014; Boccatonda et al., 2016; Llano et al., 2002).

b) Teorías del Desequilibrio Gradual: Estas teorías defienden que el cerebro, las glándulas endocrinas¹ y el sistema inmunológico dejan de realizar sus funciones con el pasar de los años, lo cual provoca un desequilibrio orgánico. El sistema nervioso central regula e integra las funciones celulares y sistemas orgánicos; por tanto, las fallas del sistema inmunológico desafían esos mecanismos de control, y pueden conllevar al aumento de varios tipos de dolencias (Blokh & Stambler, 2014; Llano et al., 2002; Yang & Hekimi, 2010).

Las diversas teorías muestran un panorama claro de cómo ocurre el envejecimiento; sin embargo, existen diversos factores que influyen en este proceso (Spirduso et al., 2005). Uno de ellos es el cambio en la composición corporal, donde hay una desproporcionalidad entre los índices de masa grasa, muscular, aptitud cardiorrespiratoria y actividad física (Costa, 2014; Ramírez, 2014). Por tal motivo describiremos cada factor de riesgo de las DCV, se puntualizará la relación que existe en estas variables, mediante la visualización de los cambios perjudiciales durante el envejecimiento.

¹ Glándulas endocrinas, o conocidas como glándulas de secreción interna, son un conjunto de órganos y tejidos del organismo que segregan un tipo de sustancia llamada hormona (Fawcett, 1981).

2.2. Cambios morfológicos de la composición corporal durante el envejecimiento

La CC es estudiada durante todas las fases etarias, habiendo unanimidad en que existe una variación paralela con la edad (Batsis et al., 2016) en donde ocurren diversas alteraciones degenerativas con el envejecimiento (Batsis et al., 2016; Carnevale et al., 2015; Guo et al., 1999). En la séptima década para adelante, las pérdidas van en aumento, donde se muestra un descenso de -0,4% de la masa corporal cada año (Alley et al., 2010; Visser et al., 2003). Variando entre estudios (Fiatarone Singh, 1998; Pina et al., 2013).

La CC es la suma de la masa grasa y masa libre de grasa, siendo esta última formada por proteínas, agua y mineral. Estas alteraciones son muy perjudiciales, ya que están correlacionadas con la deterioración de las capacidades funcionales, lo que puede conllevar a varias dolencias crónicas (ACSM, 2013; Spirduso et al., 2005).

La CC en el envejecimiento es compleja, ya que ocurren alteraciones que están relacionadas con la disminución de las capacidades funcionales, alteración de la aptitud cardiorrespiratoria; disminución de la masa muscular, aumento de la masa grasa y variación perjudicial de los niveles de actividad física (Lera et al., 2014; Pasha et al., 2016). Las alteraciones del peso y altura son de gran importancia para una programación y punto de evaluación; por ello, se describirán ambas variables en el estudio.

En la altura ocurre una pérdida progresiva que acontece en ambos géneros con la misma intensidad, debido a varios factores; por ejemplo, padrones de actividad física, dieta, peso, etc. Esto se da por las alteraciones de las vértebras, relacionadas con los factores de osteoporosis, estrechamiento de los discos intervertebrales y de la postura cifótica, caracterizada en este escalón etario (Alley et al., 2010; Karas et al., 2016; Lohman et al., 2000; Spirduso et al., 2005).

Por su parte, el peso corporal varía de acuerdo al género: en las mujeres ocurre un incremento con el pasar de los años, aumentando hasta un determinado momento, generalmente son de 45 a 50 años. Después de los 70 años, comienza un declive (Matsudo et al., 2000; Spirduso et al., 2005). En el

caso de los hombres, ocurre un aumento del peso hasta los 40 años, después existe un declive lento y gradual (Mota et al., 2006).

El Índice de Masa Corporal (IMC) es una forma de expresar el peso en relación a la estatura, el cual se determina al dividir el peso corporal (expresado en kg) por la altura al cuadrado (m^2); es una forma fácil y universal de evaluar las dimensiones corporales (Rikli & Jones, 2013; Spirduso et al., 2005). Estos cambios son de fácil visualización; sin embargo, no son determinantes para poder afirmar si una persona de tercera edad es saludable, ya que existen otros tipos de alteraciones que son preocupantes y determinantes en la evaluación de la CC.

Basarse en el desenvolvimiento relacionado al peso y altura en tercera edad es inadecuado, porque no se pueden entender los verdaderos cambios que ocurren interiormente, ya que el cuerpo es determinado por varios componentes. Una persona puede ser musculosa, con un significativo porcentaje de peso que viene del tejido muscular metabólicamente activo, mientras que otra puede ser muy sedentaria y obesa, con grandes porcentajes de peso, debido al tejido adiposo (Spirduso et al., 2005). Por ello, en el presente trabajo se realizarán las descripciones de los componentes de la composición corporal y se insistirá que el peso no es tan importante como la composición del mismo.

2.2.1. Masa libre de grasa: Contenido mineral óseo, masa muscular esquelética y contenido corporal de agua.

Durante el envejecimiento ocurre una pérdida de la densidad y contenido mineral óseo de manera progresiva tanto en mujeres como en hombres, que se acelera con la edad (Baumgartner et al., 1995; Guo et al., 1999; Kyle et al., 2001).

a) Contenido mineral óseo

El desenvolvimiento de la masa ósea es hasta los 30 años, mientras que en el envejecimiento ocurre una disminución de la masa ósea de manera progresiva en ambos sexos (Lauretani et al., 2008; Spirduso et al., 2005). En hombres mayores de 70 años, la pérdida ósea es de dos a cuatro veces más rápida que en aquellos menores de 60 años (Szulc & Delmas, 2007). En relación a las mujeres posmenopáusicas, los diversos estudios mostraron (Nguyen et al.,

1998) que la tasa de pérdida de densidad mineral ósea (DMO) aumenta progresivamente con la edad: -0,6; -1,1 y -2,1%, anualmente, para los diferentes grupos de edades, que son de 60 - 69, 70 - 79, y ≥ 80 años, respectivamente (Nguyen et al., 1998; Spirduso et al., 2005). Otras investigaciones estiman pérdidas de hasta un 5% de masa ósea anual en los primeros años, después de la menopausia, seguido de un 2 - 3% de pérdidas (Hermoso, 2003; Kirkwood & Austad, 2000; Lauretani et al., 2008).

La consecuencia de la desmineralización ósea trae diversas alteraciones que contribuyen a mayor incidencia de caídas, fracturas y, posteriormente, a la pérdida de autonomía (Carter et al., 2001). La enfermedad más conocida y asociada a la desmineralización ósea es la osteoporosis: grave problema de salud público en los países desarrollados y sub desarrollados (Queiroz, 1998; IOF, 2008).

b) Masa muscular

Cabe destacar que la masa ósea y la masa muscular (MM) se desenvuelven juntas durante la juventud, y declinan unidas durante el envejecimiento (Spirduso et al., 2005). La MM también comienza con un aceleramiento de pérdida, después de los 60 años (Kyle et al., 2001; Visser et al., 2003). Los primeros trabajos relativos a este tema estiman que el ritmo de pérdida se encuentra entre un 0,5% y un 2% por año; la principal reducción se debe al descenso del número de fibras musculares tanto del tipo I como del tipo II (Lexell et al., 1988). La MM absoluta no comienza a descender hasta la quinta década de vida, y es mayor en las extremidades inferiores que en las superiores (Janssen et al., 2000). Además, se ha observado que este fenómeno se produce en todas las personas mayores durante el envejecimiento, y que esta pérdida puede ser independiente al peso corporal del sujeto; por ello, el mantenerse una MC estable, podría resultar en un enmascaramiento del descenso de la MM (Gallagher et al., 2000). Según Fleck y Kraemer (1999), la reducción de la MM puede ser desencadenada por la reducción del tamaño de las fibras musculares individuales. El término que mejor describe este proceso de disminución es llamada sarcopenia, atribuida a la disminución de la fuerza; es decir, la pérdida de la movilidad funcional de la persona de tercera edad (Spirduso et al., 2005).

Estas alteraciones tienen impacto en la salud y la movilidad funcional (Rikli & Jones, 2013). En este sentido, los desequilibrios generados en el organismo, y la composición corporal, desencadenan una serie de patologías como las dolencias cardiovasculares, obesidad, osteoporosis, etc.

c) *Contenido corporal de agua.*

Dependiendo de la grasa corporal, 60% a 65% del cuerpo es agua, el cual es absolutamente esencial para la vida. La mayoría de los nutrientes ingeridos es compuesta por agua (Spirduo et al., 2005). El agua es esencial para los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles, así como para la estructura y función del aparato circulatorio (Spirduo et al., 2005).

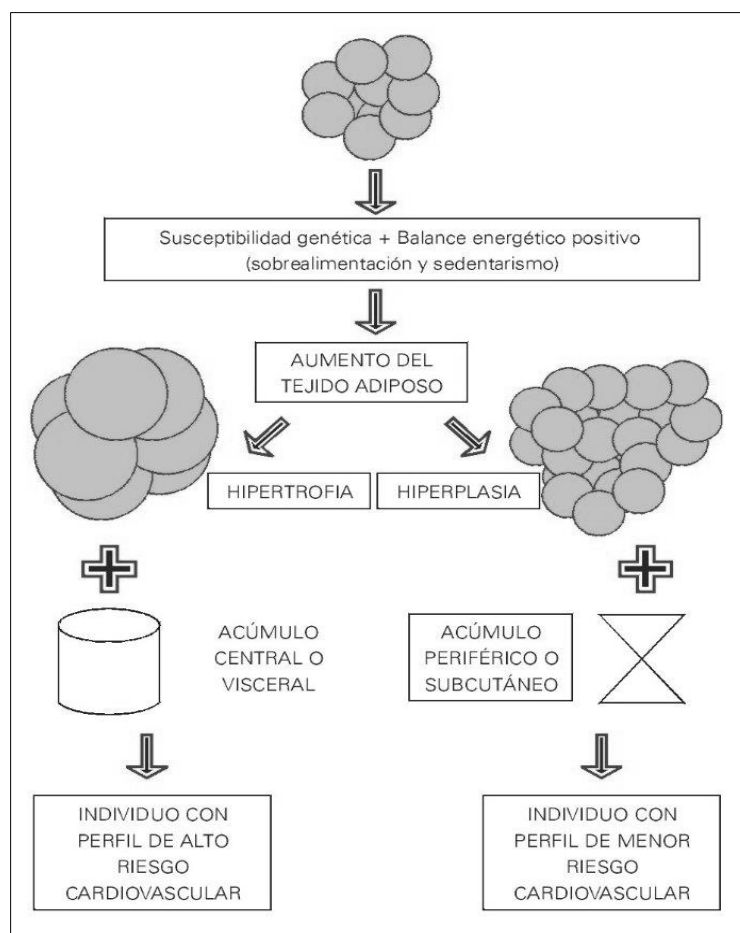
El cuerpo humano está compuesto por 75% de agua al nacer, y cerca de 60% en la edad adulta. Dentro de dicha composición, es el músculo el que contiene más agua (aproximadamente 70%), a diferencia de la grasa (menos de 25%); por tal motivo, las diferencias individuales influyen en la cantidad de agua corporal, y consecuentemente en la CC (Spirduo et al., 2005). La disminución de agua, a través de la edad, se da diferenciadamente en relación al sexo (Fragoso & Vieira, 1999).

En las mujeres, después de los 60 y 70 años, se da una disminución de 0,7 kg/año. En los hombres de los 70 y 80 años, se da una disminución, aproximadamente, de 0,3 kg/año, a partir del cual representa el nivel más bajo (Fragoso & Vieira, 1999). Estas alteraciones de la cantidad de agua exponen a las personas de tercera edad a una situación de deshidratación que puede ser peligrosa para su salud (Mota et al., 2006). Además, muchas de ellas limitan la ingesta de líquidos para evitar episodios de incontinencia urinaria, urgencia miccional, etc. (Martínez Álvarez et al., 2008) (Spirduo et al., 2005).

2.2.2. Masa grasa: Total y regional

La MG representa el conjunto de lípidos que pueden ser extraídos del tejido adiposo; formada por 10% de lípidos esenciales y 90 % de lípidos no esenciales (Heyward, 2001). Los esenciales son la cantidad necesaria para el mantenimiento de la vida y las funciones reproductivas, mientras que los no esenciales están integrados por la grasa del tejido adiposo, localizada en el tejido celular subcutáneo, conocida como grasa de almacenamiento (Heyward, 2001). En el aumento de la cantidad de tejido adiposo, se hallan implicados dos procesos: el aumento de tamaño de los adipocitos (hipertrofia) el incremento en el número de adipocitos (hiperplasia), ambos detallados en la figura 1 (Javier González et al., 2015; Muir et al., 2016; Salas et al., 2007).

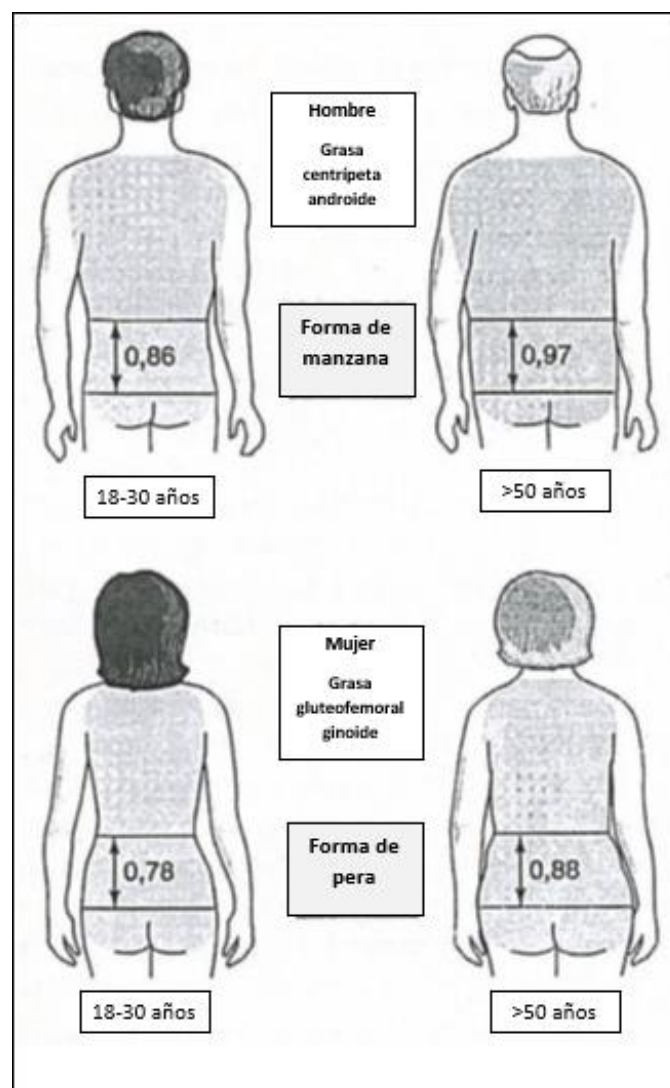
Figura 1. Esquema general de la forma y el sitio de almacén del incremento del tejido adiposo, según Flores Lázaro et al. (2011).



Fuente: (Flores Lázaro et al., 2011): Consecuencias metabólicas de la alteración funcional del tejido adiposo en el paciente con obesidad.

A medida que los hombres y mujeres envejecen, ocurre un progresivo aumento de la masa grasa, consecuencia de un desequilibrio entre la ingesta de alimentos y el gasto de energía, atribuida por alteraciones hormonales. Mientras aumenta la gordura corporal, se mantienen las características androide y ginoide básicas en ambos sexos (Borges & Moreira, 2009; Souza et al., 2007; Spirduso et al., 2005), tal como se muestra en la figura 2.

Figura II. Diagrama mostrado de cambios relacionadas a la edad en la forma del cuerpo y en la distribución de la masa grasa según Spirduso et al. (2005).



Fuente:(Spirduso et al., 2005). Dimensiones físicas en personas de tercera edad.

La acumulación de grasa central (visceral) está directamente relacionada con dolencias cardiovasculares, degenerativas y diabetes tipo 2 (Chang, et al, 2002, Malina, 1996).

La grasa corporal es, de alguna manera, redistribuida durante el envejecimiento; esta redistribución es diferente en ambos sexos. En los hombres, la grasa subcutánea disminuye en la periferia del cuerpo, mientras que la grasa corporal aumenta en la parte central (grasa subcutánea del tronco) y en la parte interna (órganos con grasa; por ejemplo, corazón, riñones e hígado) (Schwartz et al., 1990; Spirduso et al., 2005). En las mujeres, la grasa corporal total aumenta con el envejecimiento; sin embargo, la subcutánea puede permanecer estable después de los 45 años, aproximadamente. Por ello, la cantidad creciente de grasa corporal total en las mujeres se debe, sobre todo, al aumento de la grasa corporal interna (Borkan & Norris, 1977; Schwartz et al., 1990). Por tales motivos es necesario conocer los modelos para evaluar la composición corporal.

2.2.3. Modelo de componentes para evaluar la composición corporal en la tercera edad.

La manera ideal para estudiar la composición corporal de una persona de tercera edad es mediante un análisis separado de los elementos que integran el organismo humano (Garrow, 1982). En este sentido, es el modelo bicompartimental la base de otros modelos para evaluar la composición corporal, debido a que el organismo humano está compuesto por masa grasa (MG) y tejido residual, denominado masa libre de grasa (MLG); no obstante, la composición del compartimiento MLG es compleja y ha dado lugar al surgimiento de otro tipo de modelos teóricos de fraccionamiento del cuerpo humano (Sardinha, 1997).

2.2.3.1. Modelo de dos compartimentos.

Como ya indicamos el modelo divide el cuerpo en MG y en MLG (Lohman, 1981). Este modelo es el más utilizado, y continúa siendo referencia en los procesos de validación de nuevas técnicas de composición corporal, dirigidas a estimar la MG (Lohman et al., 2000).

Dentro de las técnicas que asumen este modelo, se pueden mencionar las siguientes: la hidrodensitometría (HD), basada en los trabajos de Behnke et al. (1942), fue la primera en desarrollarse. Posteriormente, aparecieron los métodos que emplean isótopos radiactivos, el análisis con potasio 40 y las técnicas dilucionales; estas técnicas requieren asumir una serie de relaciones preestablecidas, como la hidratación y el contenido en K de la MLG.

2.2.3.2. Modelo de tres compartimentos.

Para pretender disminuir las limitaciones que supone reducir el organismo a dos compartimentos, a partir del modelo basado en la HD, se desarrolló el modelo tricompartmental (Mohamed & De Lorenzo, 2003), que requiere dividir el compartimento de la MLG en otros dos compartimentos. Por ejemplo, el agua y los restantes componentes, o la masa muscular y la masa ósea, fundamentalmente los minerales y proteínas. Pudiendo ser masa grasa, masa extracelular y masa intracelular. Por lo tanto, al existir otro compartimento se deberá recurrir a una técnica para medirlo; por ejemplo, si estuviéramos usando la HD en un modelo tricompartmental, deberíamos medir el agua corporal total (ACT) con las técnicas dilucionales; este modelo reduce los posibles errores del modelo bicompartimental, inherentes a los diferentes estados de hidratación.

Por lo tanto, el tercer modelo proporciona algunas ventajas sobre el modelo anterior, mientras se sigue presuponiendo una relación estable entre el componente proteico y mineral. Se debe tener en cuenta que en caso de osteoporosis, las estimaciones de la MG pueden no ser válidas, debido a las modificaciones inducidas por la variación de la densidad de estos compartimentos (Lohman, 1981).

2.2.3.4. Modelo Multicompartmental

Es un modelo abierto de un compartimento que no presenta adecuadamente las verdaderas características de distribución de la mayoría. Las distribuciones instantáneas poseen diferentes grados de afinidad con los tejidos, órganos y fluidos de distribución; por lo tanto, hay diversas interpretaciones.

Este modelo, conocido también como *Enfoque Multicompartimental*, implica una evaluación independiente de la densidad corporal, agua corporal y huesos. Este enfoque puede dar cuenta de desviaciones en la calidad de la MLG, en parte, porque en el modelo las mediciones de los componentes individuales de la MLG (acuosa y hueso) son independientes y no asumen una densidad constante (Shen et al., 2005; Withers et al., 1998).

Monteiro & Fernandes (2002) indican que existen diversas técnicas para analizar la composición corporal en todas las fases etarias. En su estudio de revisión, demuestran que es preciso escoger aquello que atiende los objetivos en un determinado momento, y para una determinada población, conforme se puede observar en la tabla 1. Estos autores relacionan los principales métodos de evaluación de la composición corporal: subdividen los métodos directos, indirectos y doblemente indirectos.

Tabla 1. Muestra las técnicas y métodos de evaluación de la Composición Corporal (Trost et al., 2011).

	Directo	Indirecto	Doblemente directo
Disección de cadáveres	-	- Peso Hidrostático	- Antropometría: peso y altura;
	-	- Plestimografía;	- Diámetro y longitud ósea; espesura de los pliegues cutáneos (DOC); índice de masa corporal (IMC); relación de cintura y cadera (IRCQ); índice de coincidencia (IC);
	-	- Absorciometría radiológica de rayos X de dupla energía (DEXA);	- Análisis de impedancia bioeléctrica (AIB ou BIA);
	-	- Ultra - sonografías (US);	- Interactancia casi-infraroja (NIR)
	-	- Tomografía computarizada (TC);	
	-	- Resonancia magnética (RM);	
	-	- Conductividad eléctrica total;	
	-	- Análisis activación de neutrones (NAA);	
	-	- Hidrometría (TBW);	
	-	- Excreción urinaria de creatina;	
	-	- Potasio corporal total (TBK).	

Fuente: Monteiro & Fernandes (2002). Análisis de la composición corporal: una revisión de métodos.

A pesar de los altos costos, el método que informa con mayor precisión es DEXA, que inicialmente fue desenvuelto para medir el contenido mineral óseo; sin embargo, ahora es considerado útil para la evaluación de la composición corporal total de los segmentos, incluyendo diversos parámetros de evaluación, tal como se muestra en la tabla 2 (Salamone et al., 2000).

Este método estima tres compartimentos: MG, MLG y contenido mineral óseo. Así mismo, estos datos sirven para calcular la densidad mineral ósea y el porcentaje de grasa. DEXA (Dual Energy X Ray Absorptiometry) considerado un método gold estándar, por ser práctico y rápido.

DEXA es un método seguro (tiene baja dosis de radiación), cómodo y rápido (aproximadamente de 10 a 20 minutos), de fácil aplicación a las personas de tercera edad (se requiere poca cooperación por parte del sujeto evaluado) (Rech et al., 2007). Dentro del programa utilizado por DEXA se tienen diversas siglas, mostradas en la tabla 2.

Tabla II. *Parámetros evaluados en la absorciometría con rayos X de doble energía.*

Términos es español		Términos en ingles	
CMO	Contenido mineral óseo	Bone mineral content	BMC
DMO	Densidad mineral ósea	Bone mineral density	BMD
DS	Desviación estándar	Standard deviation	SD
Puntuación T	Número de desviaciones estándar de diferencia entre el valor de DMO del paciente y la media de una población de referencia adulta joven del mismo sexo.		
Puntuación Z	Número de desviaciones estándar de diferencia entre el valor de DMO del paciente y la media de una población de referencia de la misma raza, sexo y edad		

Osteopenia Puntuación T entre -1 y -2,5

Osteoporosis Puntuación T \leq -2,5

IMC	Índice de masa corporal	Body mass index	BMI
------------	-------------------------	-----------------	-----

Relación A/G Relación porcentaje grasa pélvico androide y ginoide A/G ratio.

Fuente: Ramos Lorente et al. (2012). Análisis de la composición corporal; una revisión de métodos.

DEXA es una tecnología relativamente nueva, reconocida como un método de referencia en la evaluación de la composición corporal, que proporciona estimativas precisas y confiables de la cantidad de masa grasa y tejidos musculares. Además, proporciona estimadores de la composición corporal de los segmentos y de las regiones corporales totales (Salamone et al., 2000; Vasudev et al., 2004).

Según Haarbo et al. (1991), el uso de la energía absorciometría dual de rayos X (DEXA) sirve para la medición de la composición corporal. Al comparar los componentes de la composición corporal, medidos recientemente por DEXA, y antes por absorciometría dual fotónica, se encontró un acuerdo entre el porcentaje de MG y MM, hallado por DEXA y las tres modalidades de mediciones establecidas. Las diferencias fueron las siguientes: (-5,3 a 0,4%) y (-0,7 a 2,5 kg) para el porcentaje de MG y la MM corporal, respectivamente. Llegaron a la conclusión que DEXA proporciona un nuevo método de medición de la composición corporal, con precisión y exactitud de errores, en estudios de investigación de grupo y, probablemente, en mediciones clínicas del sujeto individual.

Según Salamone et al. (2000), la precisión de la MG corporal total y la medición en los miembros inferiores, a través de DEXA, determinó que el método de evaluación es fiable en personas de tercera edad. Para ello, realizó un estudio en 60 sujetos sanos, con edades entre 70 y 79 años. Como resultado, se encontró una asociación positiva entre la masa grasa total y los miembros inferiores del modelo de cuatro compartimentos. Se concluyó, por tanto, que

DEXA es un método preciso para la medición de la masa grasa para los ancianos.

En el estudio realizado por Tylavsky et al. (2003), se evaluó la exactitud con la que DEXA mide la MLG, MG, y la hidratación de la MLG. Estuvo conformado por 58 personas de ambos sexos (entre 70 y 79 años), y se indicó que la calibración actual del sistema DEXA ofrece una confiable subestimación de la masa grasa, en comparación con los métodos de referencia. Se llegó a la conclusión que este método es confiable para futuros estudios.

DEXA es un método fiable y válido para estimar la composición corporal y sus compartimentos, además compara los demás métodos en todas las fases etarias (Carnevale et al., 2015; Simões et al., 2015; Vasudev et al., 2004; Villani et al., 2014). Actualmente, diversos estudios consideran a DEXA como herramienta indiscutible, pues afirman que es más técnica y que proporciona una mejor comprensión de los datos (Horan et al., 2015; Lera et al., 2014). En algunos grupos poblacionales, como las personas de tercera edad, puede producir estimativas más válidas del % MG.

Como ya se indicó anteriormente, el envejecimiento conlleva a una variación de la composición corporal, y esta genera diversas enfermedades. Esa variación se da por la interacción entre un patrón genético y ambiental. Probablemente, haya un declive en la cantidad, duración e intensidad de la actividad física durante el tiempo de vida, lo que contribuye a las modificaciones perjudiciales de la composición corporal (Spiriduso et al., 2005); una controversia en el ámbito de investigación.

2.3. Actividad física y composición corporal en personas de tercera edad.

La actividad física (AF) es un conjunto de comportamientos, que incluye diversos movimientos corporales: actividades cotidianas no estructuradas (Bohn, 2010; Hendelman et al., 2000; Pizarro et al., 2013; Troiano et al., 2008; Trost et al., 2011). Para las personas de tercera edad, la AF consiste en actividades de

ocio (paseos, caminatas, conducir la bicicleta), actividades ocupacionales (cuando la persona todavía desempeña actividad laboral), tareas domésticas y trabajo (Camiña Fernández et al., 2001; Fuentes Pérez et al., 2012; OMS, 2012). Como se indicó anteriormente, si ocurriera un desequilibrio entre la actividad física e ingesta calórica, se facilitaría la aparición de enfermedades comunes en estos tiempos, dentro de ellas la obesidad (OMS, 2012; Winter et al., 2016).

Hay una fuerte evidencia que indica que realizar actividad física moderada conducirá a tener mejores niveles de composición corporal, así como múltiples beneficios durante el proceso de envejecimiento (Surh et al., 2011).

Según la OMS (2012), las personas de tercera edad deben realizar 30 minutos acumulados de intensidad físicamente moderada – vigorosa, por lo menos 3 veces a la semana (Achour et al., 2011; Archer et al., 2013; Marini et al., 2015; Montoye et al., 1996; Mota et al., 2006).

La actividad física es asociada, en algunos estudios, con el perfil favorable de la disminución de la masa grasa (Achour et al., 2011; Garcia et al., 2014). En este sentido el análisis de la composición corporal y los niveles de actividad física en el adulto mayor, nos ayudara a actuar por el bienestar del adulto mayor, definiendo los estilos y la calidad de vida en esta etapa.

En este ámbito de comparación, hay un gran problema en la comprensión de la medida de actividad física, debido a los diversos puntos de corte y la clasificación de edades. En muchos casos, tornándose difícil y poco confiable (Strath et al., 2013; Troiano et al., 2008).

2.3.1. Método para evaluar la actividad física.

Existen diversos métodos para hallar la actividad física (AF) en esta población; sin embargo, al ser una población con diversas deficiencias, se vuelve variada y compleja (Bauman et al., 2006; Troiano et al., 2008). Los métodos se separan en dos: métodos de terreno y métodos de laboratorio, tal como se muestran en la tabla 3. Los diversos métodos varían dependiendo de la objetividad de la evaluación. Algunos de estos son los siguientes: los cuestionarios, herramientas más económicas; los podómetros, aparatos más accesibles a la comunidad por sus bajos costos para medir la actividad física, a

través de los pasos; y los acelerómetros, que se caracterizan por ser más sofisticados (Harada et al., 2001).

Tabla III. Método de terreno y laboratorio de evaluación de la AF.

Método de Terreno	Método de laboratorio
<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionario y Entrevistas - Diarios - Observaciones Directas - Marcadores Fisiológicos - Monitorización Mecánica y Electrónica - Sensores de Movimientos <i>Podómetros</i> <i>Acelerómetros</i> - Monitores de Frecuencia Cardíaca <i>Aporte Nutricional</i> <i>Clasificación Profesional</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Método Fisiológicos <i>Calorimetría Directa</i> <i>Calorimetría Indirecta</i> - Métodos Biomecánicos <i>Plataforma de Fuerza</i> <i>Métodos Fotográficos</i> - Agua Duplamente Marcada
<p>Fuente: (Bohn, 2010; Malina et al., 2004; Montoye et al., 1996; Trost, 2007).Determinação de valores critério de actividade física em idosos.</p>	

El acelerómetro es uno de los métodos más confiables y de flexible uso, que facilita la evaluación de la persona, de acuerdo a la intensidad de respuesta. Tiene la función de medir los diversos movimientos de las personas por medio de la aceleración; estima la intensidad de la actividad física (Chen et al., 2012). Se manifiesta como una de las técnicas más fiables para el registro y almacenamiento de la actividad física (Cordero Aguilar et al., 2014). Dentro del ámbito de acelerometría, se tienen los siguientes términos operacionales, que explican la evaluación del acelerómetro:

Los Counts son unidades de movimiento: la energía mecánica transformada a energía eléctrica, y convertida en números (Hendelman et al., 2000). Cada registro de Counts es sumado y guardado en la memoria del acelerómetro, en un intervalo de tiempo configurable denominado Epochs. De esta manera se define cada cuánto tiempo se graba un nuevo registro de aceleración (John & Freedson, 2012).

El Epoch representa una medida cuantitativa de la actividad física en un cierto plazo de tiempo. La duración del Epoch determina la resolución con la que se registrarán los datos; cuanto más corto sea el Epoch, mayor detalle del registro existirá; sin embargo, un Epoch más bajo no aumentará la exactitud de los datos recogidos (Rothney et al., 2008). El periodo de tiempo dependerá de la población y el estudio: 1s, 5s, 30s, 60s, 120s, etc. Los datos del acelerómetro pueden ser convertidos a METs en diferentes periodos de tiempo (Chen et al., 2012); de este modo, se puede medir la intensidad tanto de actividades leves como vigorosas (Cordero Aguilar et al., 2014; Strath et al., 2013).

La evaluación de la actividad física, a través del acelerómetro, tiene ventajas significativas, en comparación con otros métodos cuantitativos que son utilizados para medir la actividad física habitual (Troiano et al., 2008). Ello se debe a los diversos datos adquiridos como AF vigorosa, AF moderada, AF leve y tiempo sedentario, etc. (Chen & Bassett, 2005).

La actividad física moderada es un factor crucial para la manutención de la población de tercera edad (Archer et al., 2013). Se trata de movimiento de intensidad espontáneos (Zink et al., 2014), que ayudan a la población de tercera edad a ser menos propensos a desarrollar alguna dolencia, en comparación con aquellos que reportaron niveles más bajos de actividad física (Wang et al., 2015). Los beneficios de la actividad física, en la prevención de la mortalidad prematura, han establecido un amplio conjunto de estudios epidemiológicos (Charansonney, 2012).

2.4. Aptitud cardiorrespiratoria y composición corporal en personas de tercera edad.

La aptitud cardiorrespiratoria refleja la capacidad del sistema cardiorrespiratorio: proceso que proporciona oxígeno a los músculos en actividad durante un ejercicio dinámico (Howley, 2001). Su principal determinante es la potencia aeróbica máxima, definida como la más alta captación de oxígeno que un individuo puede alcanzar (Gibbons et al., 2002). Un $VO_{2m\acute{a}x}$ de 13 ml/kg/min es considerado como el mínimo valor; necesario para vivir de forma independiente (Spirduso et al., 2005).

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es el volumen absoluto de oxígeno consumido por minuto ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$), y se encuentra relacionado al peso corporal de la persona ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) (Arós et al., 2000). En reposo, el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es de, aproximadamente, 3,5 mililitros de O_2 por kilogramo de peso y por minuto ($3,5 \text{ ml/kg/min}$). Por ejemplo, una persona de 75 kilogramos consume aproximadamente $3,5 \times 75 = 262,5$ mililitros de oxígeno por minuto en reposo, lo que representa cerca de 400 litros de oxígeno cada día (Spirduso et al., 2005). Al realizar esfuerzos, este consumo aumenta en relación a la intensidad del mismo hasta que llega a un punto en el que, a pesar de que se continúa aumentando la carga del ejercicio, el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ deja de aumentar y se estabiliza (Avelar et al., 2011; Fleg & Strait, 2012).

El declive del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se estima de 8 a 10% por década después de los 30 años; la mitad de esta reducción es atribuida a un estilo de vida inactivo y como respuesta tenemos la obesidad y otras dolencias (Hepple et al., 2003). Aunque el consumo de oxígeno es ligeramente menor en el grupo de mayor edad, a diferencia de los jóvenes en reposo, el rendimiento cardíaco, el volumen sistólico y las mediciones de la frecuencia cardíaca son similares (Beere et al., 1999). Esta reducción se puede observar, principalmente, durante el ejercicio, ya que hay una reducción en la entrada de la convección del O_2 a los músculos trabajadores, que difiere de la madurez a la vejez (Hawkins et al., 2001). Efectivamente, una función circulatoria central reducida, que conduce a una reducción de la entrada del O_2 muscular, se sitúa como la causa primaria del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ reducido en la vejez (Hepple et al., 2003).

A pesar de estar bien documentada la reducción de $\text{VO}_{2\text{máx}}$, el efecto desempeñado por el envejecimiento en las alteraciones de la composición corporal ha permanecido incierto, sobre todo, porque las reducciones de la entrada del O_2 tienden a oscurecer la influencia de los factores intrínsecos sobre los músculos esqueléticos (Hepple et al., 2003). Al analizar los cambios que se presentan en reposo durante el envejecimiento cardiovascular, se observó que el sistema desarrolla mecanismos adaptativos eficientes (Epstein et al., 2000).

2.4.1. Métodos para evaluar la aptitud cardiorrespiratoria

Los métodos más comunes y menos costosos para evaluar la aptitud cardiorrespiratoria son los de campo; entre ellos se encuentran, el Test de Cooper, el Test de Luc - Leger o Course Navette, el Test de Lian o Skipping, el Test de Marcha de 6 minutos y el Test de la Milla. Estos métodos se basan en caminatas de determinadas distancias, que son contabilizadas por el tiempo y llevadas a una ecuación (Martínez, 2002).

Así mismo, existen test más complejos que se clasifican según los materiales que se utilizan, como el cicloergómetro, banda sin fin o cinta rodante y pruebas en escalón (McArdle et al. 2004). De estos últimos se conocen múltiples pruebas, como el test de Harvard, el Queens College, el Test de Tres Minutos, entre otros que permiten valorar la capacidad aeróbica mediante la estimación del consumo máximo de oxígeno.

Actualmente, existen equipos que permiten medir de modo directo y en tiempo real el $VO_{2máx}$. La información obtenida de los test es visualizada de modo inmediato; sin embargo, antiguamente se necesitaban varias horas para su procesamiento y cálculo (Fiser et al., 2010). Las pruebas de esfuerzo progresivas para medir el $VO_{2máx}$ requieren una duración mínima de aproximadamente 6 a 12 minutos, e implican ejercicios que utilizan los grandes músculos esqueléticos; por ejemplo, correr o pedalear; provocan que los sujetos efectúen un esfuerzo máximo (Criado Sánchez et al., 2003).

El cicloergómetro se divide en dos grupos: los de freno mecánico y los de freno eléctrico o electromagnético. En el primero de ellos, la resistencia es aplicada por un aparato de fricción mecánico, normalmente una cinta envuelta de una rueda libre, o por un sistema de pinza. De acuerdo con el incremento, o la disminución de la carga, el aparato de fricción aumenta o reduce la resistencia del sistema. Este cicloergómetro requiere que la pedaleada sea constante; por tanto, las dificultades de la calibración son mayores (Fletcher et al., 2001).

El tapiz rodante, cinta sin fin o treadmill, es el método de esfuerzo más utilizado en el ámbito de investigación. Este consiste en una cinta sin fin movida por motor eléctrico, y sobre la que el paciente debe caminar a distintas

velocidades y pendientes, según el protocolo usado (Arós et al., 2000). Según el tipo de prueba de esfuerzo (PE), el paciente se somete a un esfuerzo físico controlado que obliga a desencadenar alteraciones cardiovasculares (Criado Sánchez et al., 2003; Romero et al., 2013).

El protocolo de Bruce, según la tabla 4, incrementa el grado de elevación y velocidad del tapiz rodante a intervalos de 3 minutos. El tapiz comienza moviéndose a solo 2,7 km por hora, con un 10 % de inclinación (etapa 1); solo los atletas bien entrenados pueden completar la etapa 7 (9,7 km por hora con una inclinación del 22 %).

Tabla IV. Protocolo de Bruce con una variación de 3 minutos en cada etapa.

Etapas	Velocidad (mph-km/hr)	Inclinación %	METS
I	1,7 – 2,7	10	4,8
II	2,5 – 4,0	12	6,8
III	3,4 – 5,4	14	9,6
IV	4,2 – 6,7	16	13,2
V	5,0 – 8,8	18	16,1
VI	5,5 – 8,8	20	20,0
VII	6,0 – 9,6	22	

Fuente: Kaminsky & Whaley (1998). Evaluación de los nuevos modelos estandarizados de Rampa. The BSU/Bruce Ramp Protocol.

Leyenda: Min: minutos; Mph: minutos por hora; Km: kilómetros; Hr: hora; METS: equivalente metabólico; %: porcentaje.

Una forma subjetiva de medir la frecuencia cardiaca, es a través de la Escala de Borg (da valor de 0 a 10, siendo 0 = nada y 10 = extremadamente intenso), mediante la cual el paciente evalúa su propia percepción de esfuerzo durante el ejercicio, lo que coincide casi siempre con la frecuencia cardiaca (Arós et al., 2000; Criado Sánchez et al., 2003; Plaza Pérez, 2003).

Todo protocolo permitirá que el sujeto se familiarice con el laboratorio y ergómetro utilizados (Wasserman et al., 2005); los resultados de los pacientes

dependerán de su rendimiento. Este protocolo suele ser bien tolerado por personas de tercera edad y son capaces de realizar una actividad física normal (ACSM, 2013; Criado Sánchez et al., 2003; Moreno et al., 2000). Los factores importantes que influyen en la respuesta del Test de Bruce son los siguientes: la edad, el sexo, la herencia, la composición corporal, la predisposición del evaluado, dolencias, etc. (Shephard, 2009).

2.5. Composición corporal, actividad física y aptitud cardiorrespiratoria en personas de tercera edad.

La relación de estas tres variables es una polémica. Algunos estudios afirman que la relación inversa entre la masa grasa y actividad física es relativamente conocida; sin embargo, si se adiciona la tercera variable de estudio: aptitud cardiorrespiratoria, esa relación comienza a ser menos manifestada, debido a la metodología y otros aspectos, lo que genera polémica en este ámbito, ya que son evaluadas individualmente (conocidos como factores de riesgo y si tienen niveles bajos de acuerdo con las recomendaciones de la OMS, ACSM y otras organizaciones). Por ello cabe resaltar que, cuando la composición corporal tiene mayor cantidad de MG y menos MM o acumulaciones de MG en la parte superior o abdominal, tiene una directa relación con los factores de riesgo de las DCV (Yu et al., 2011). La actividad física y la capacidad cardiorrespiratoria disminuida atribuirán a la DCV, siendo parte de los factores de riesgo de las DCV (ACSM, 2013; Carvalho et al., 2009; OMS, 2012).

Cabe reafirmar que estas alteraciones se deben a los cambios morfológicos, fisiológicos y funcionales, en las personas de tercera edad (Burtcher, 2013; Toraman & Sahin, 2004). Actualmente, existen diversas investigaciones direccionados al estudio de los mecanismos o/y factores de riesgo, que son los verdaderos responsables de muertes que contribuyen a las dolencias cardiovasculares, debido a que los ancianos, son más propensos a contraerla (Ruiz, 2012). Por ello es fundamental conocer la conceptualización y saber cómo es que los diversos factores de riesgo influyen en volver más crónica o menos amenazante a los ancianos.

Cuanto más factor de riesgos tenga una persona de tercera edad, más serán sus probabilidades de padecer una dolencia del corazón. Algunos factores de riesgo pueden cambiarse, tratarse o modificarse y otros no. Pero el control del mayor número posible de factores de riesgo, se da mediante cambios en el estilo de vida y/o medicamentos, pudiendo reducir estos riesgos cardiovasculares, solo con saber los niveles de los factores e intervenir en la modificación de este mal hábito.

2.6. Dolencias cardiovasculares

El buen funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema cardiovascular (sangre, corazón y sistema arterio-venoso) son necesarios para tener una buena calidad de vida; es decir, una buena función física (Spirduso et al., 2005). Con el envejecimiento, ocurren diversas alteraciones degenerativas en las estructuras y la función de esos sistemas que pueden llevar a una morbilidad² y, consecuentemente, a la mortalidad (Okazaki et al., 2005). Una prueba de este hecho es que las DCV se sitúan como la principal causa de muerte entre los individuos de tercera edad (Corella & Ordovas, 2014; Kemper et al., 1999).

Diversos estudios epidemiológicos demuestran claramente que el envejecimiento arterial y el envejecimiento cardíaco acelerado es característico de estas poblaciones (Jackson & Wenger, 2011; London et al., 2011). Por lo tanto, es un problema económico para la sociedad (Alzaid et al., 2014; North & Sinclair, 2012; O'Halloran et al., 2013). En general, cuantas más personas ancianas tengan esta dolencia, será más alarmante combatirla (Alzaid et al., 2014; Lakatta, 2002).

Por tales motivos, surge la preocupación de conocer bien cómo estos factores afectan al aumento de la prevalencia de las DCV en la población y cómo estas conducen al uso cotidiano de los medicamentos (Alzaid et al., 2014; North & Sinclair, 2012; Reilly & Janson, 2012; Yang & Ming, 2012). Por lo tanto, el control de los factores de riesgo, tales como: estilo de vida sedentaria, hipertensión, diabetes, obesidad, colesterol total elevado (Hayes et al., 2014), contribuirá a reducir su incidencia (Corella & Ordovas, 2014).

Diversos estudios muestran que la fragilidad es común en personas mayores, contrayendo con gran facilidad las DCV (Gale et al., 2014). En comparación con otras fases etarias, los ancianos tienen más probabilidades de contraer esta dolencia (Aquilani et al., 2014), cuyas principales consecuencias

²Morbilidad es un término utilizado para describir la condición de un individuo que es tan físicamente o mentalmente incapacitado por una dolencia crónica que se vuelve dependiente de los cuidados de otro (Spirduso et al., 2005).

son la pérdida de autonomía y muerte en el mundo (Mc Auley & Mooney, 2014; O'Halloran et al., 2013). Es fundamental conocer y tener claro los diversos factores de riesgo de DCV. A continuación, se describirá de manera detallada cómo se desenvuelven los factores de riesgo.

2.7. Factores de riesgo de las dolencias cardiovasculares.

Aunque exista una cierta polémica sobre la clasificación de los factores de riesgo de las DCV por diversos autores (Allender et al., 2008; Corella & Ordovas, 2014; Williams et al., 2004); básicamente, se diferencian en i) factores de riesgo primario que son: el tabaquismo, la presión arterial (PA) elevada, la hipercolesterolemia, lípidos de baja densidad, (LDL), bajo nivel de lípidos de alta densidad (HDL), la diabetes mellitus y la edad siendo identificados como factor primario (Fleg & Strait, 2012) y ii) factores de riesgo secundario como la obesidad, la inactividad física, la historia familiar, las características étnicas, factores psicosociales, niveles altos de triglicéridos, marcadores inflamatorios y el género (Lima et al., 2003; Pollock et al., 1997). Al respecto, se hará una descripción de estas variables en relación a nuestra área. Por este motivo, se describirán las clasificaciones correspondientes, iniciando con los factores de riesgo no modificables y abarcando, posteriormente, los modificables.

Como principales factores de riesgo no modificables son considerados i) la raza, ya que los individuos negros presentan mayor prevalencia de hipertensión, a diferencia de los individuos blancos (Wilmore, 2003); ii) el sexo, ya que los individuos del sexo masculino parecen estar sujeto a un riesgo de desenvolvimiento de las DCV sustancialmente más elevado que las mujeres, posiblemente relacionados con la distribución de la masa grasa y con las diferencias hormonales (Bouchard et al., 1992; Pollock et al., 1997; Spirduso et al., 2005); iii) los antecedentes personales, historia familiar, entre otros; y iv) edad, ya que aumentan los factores del riesgo con el aumento de la edad.

Los siguientes factores de riesgo de las DCV se dan a consecuencia de los malos hábitos que se suelen adoptar en la interacción social diaria.

Al haber una interacción entre las siguientes dolencias surge directamente la mortalidad del adulto mayor. Por ello vamos definir de manera individual cada uno de ellos, iniciando con la obesidad.

2.7.1. Obesidad

La obesidad es una enfermedad crónica, compleja y multifactorial que tiene su origen en la interacción genética y ambiental, siendo más influyente por la parte ambiental o conductual (Heras Benito, 2014; O'Doherty et al., 2014; Serra et al., 2003). Los cambios demográficos y culturales, como la globalización y el uso de las diversas tecnologías, han afectado el comportamiento activo de todas las personas, incluidas las personas de la tercera edad (Albala et al., 2011; Javier González et al., 2015).

La obesidad, actualmente, es considerada una pandemia mundial que afecta a todas las edades, razas, sexos o niveles educacionales y provoca serias consecuencias sociales, psicológicas y físicas, mostradas en la **Tabla 5**.

Tabla V. *Complicaciones de la obesidad para la salud en personas de tercera edad, según Salas et al. (2007).*

Enfermedades	Descripción
Articulares	Mayor predisposición a la artrosis, osteoartritis, epifisiolisis de la cabeza femoral: genu valgum; genu varum.
Cardiovasculares	Hipertensión arterial sistemática; hipertrofia cardíaca.
Quirúrgicas	Aumento del riesgo quirúrgico.
Cutáneas	Mayor predisposición a la micosis, dermatitis y piodermitis.
Endocrino-metabólicas	Resistencia a la insulina y mayor predisposición a la diabetes; hipertrigliceridemia e hipercolesterolemia.
Gastrointestinales	Aumento de la frecuencia de litiasis biliar; esteatosis hepática.
Mortalidad	Aumento de riesgo de la mortalidad.
Neoplásicas	Mayor frecuencia de cáncer de endometrio, mama, vesícula biliar, colon, próstata.
Psicosociales	Discriminación social y aislamiento Separación de Actividades Sociales. Dificultad para expresar los sentimientos.

Respiratorias	Tendencia a la hipoxia, aumento de la falta ventilatoria, aumento al esfuerzo respiratorio, disminución de la eficiencia muscular, disminución de la reserva funcional, apnea de sueño, síndrome de Pickwick, infecciones y asma.
---------------	---

Fuente: Costa & Soares, (2002), Dietz, (1998), Salas et al. (2007). Consecuencias de la obesidad.

La obesidad esta relacionada con las dolencias cardiovasculares y por consiguiente con la hipertensión, hablar de obesidad androide es hablar de dolencias del corazón (Spirduso et al., 2005). Siendo la aptitud cardiorrespiratoria ($VO_{2m\acute{a}x}$) un factor determinante, para pronosticar los valores de DCV y la de presión arterial. Por ello vamos a conceptualizar a la hipertensión (Chacón et al., 2015; Mancia et al., 2013).

2.7.2. Hipertensión

Para conceptualizar la hipertensión, tenemos que saber el termino de presión arterial, que es la medición de la fuerza ejercida contra las paredes de las arterias, cuando el corazón bombea sangre al cuerpo (Chacón et al., 2015; Mancia et al., 2013).

La hipertensión es una enfermedad en donde se tiene una presión alta de la sangre sobre la pared de las arterias. Puede ser de tres tipos: hipertensión sistólica aislada, hipertensión predominantemente diastólica e hipertensión combinada, sistólica y diastólica (Payeras Coca, 2005).

Sin embargo, la hipertensión hoy es entendida como una dolencia ingerida en un contexto más amplio. El contexto actual de las dolencias se caracteriza como una condición sistemática, que envuelve la presencia de alteraciones estructurales de las arterias del miocardio (que es el tejido muscular del corazón encargado de bombear sangre por el sistema circulatorio mediante contracciones), asociadas a una disfunción endotelial³ (Brandão et al., 2003).

³ La disfunción endotelial, es la pérdida de la capacidad del endotelio, y el endotelio es el tejido formado por una sola capa de células que cubre interiormente el corazón y otras cavidades internas(Ezquerria Alegría et al., 2008).

Siendo influenciado por el nivel de hipertensión, mostrando en la tabla 6 de manera detallada la clasificación.

Tabla VI. Clasificación de la hipertensión arterial

Categoría	Sistólica	Diastólica
Óptima	<120	< 80
Normal	120-129	80-84
Normal alta	130-139	85-89
HTA Grado 1	140-159	90-99
HTA Grado 2	160-179	100-109
HTA Grado 3	≥ 180	≥ 110
Hipertensión sistólica aislada	≥140	<90

Fuente: Sociedad Europea de Hipertensión- ESH/ESC Guías de práctica para el manejo de la hipertensión arterial (Mancia et al., 2013).

La presión arterial elevada representa uno de los más importantes factores de los riesgos de las DCV asociadas a la morbilidad y mortalidad cardiovascular; sobre todo, en los países industrializados (Spirduso et al., 2005). Al respecto, tiene un papel preponderante en el desenvolvimiento de las dolencias vasculares periféricas, de insuficiencia cardíaca y de insuficiencia renal (Backer et al., 2003; Bacon et al., 2004; Brandão et al., 2003; Chobanian et al., 2003; Pickering et al., 2005; Williams et al., 2004).

En la mayoría de los casos, esta patología tiene un origen desconocido. Se cree que puede ser resultado de factores genéticos, edad avanzada, de una dieta con altos niveles de sodio, consumo excesivo de alcohol, de obesidad, de inactividad física, de estrés psicológico, o de una combinación de estos factores (Bouchard et al., 1992; Wilmore, 2003).

Las tensiones arteriales sistólicas aumentan significativamente de los 20 a los 80 años, ya que tienden a aumentar con el envejecimiento, mientras que la presión diastólica aumenta hasta aproximadamente los 60 años de edad,

después se estabiliza o incluso cae (Oskvig, 1999). Los estudios de presión arterial (PA) han revelado que la presión sistólica aumenta aproximadamente de 6,0 a 7,0 mm Hg por década; sin embargo, la presión diastólica tiene un relativo cambio con el envejecimiento y puede caer según la subida de la presión sistólica (Franklin et al., 1997).

Habiendo mencionado algunos factores de riesgo de las DCV, concluimos con la inactividad física, siendo muchas veces el principal responsable del surgimiento de cada una de ellas y letal para las personas que lo contengan.

2.7.3. Inactividad física

La fundamental causa de este nuevo hábito en la sociedad es la modernidad cuyos avances tecnológicos son los grandes contribuyentes para el desenvolvimiento económico de empresas, la vida moderna y el surgimiento de nuevos hábitos. La influencia de la globalización en el mundo tecnológico viene cambiando cada vez más el estilo de vida de las personas, tornándolas menos activas, lo cual conlleva la disminución de la calidad de vida y aumenta el riesgo de salud (Amer et al., 2008). La inactividad física ha sido identificada como el cuarto factor de riesgo de mortalidad mundial causando un estimado de 3.2 millones de muertes en el mundo (WHO, 2010).

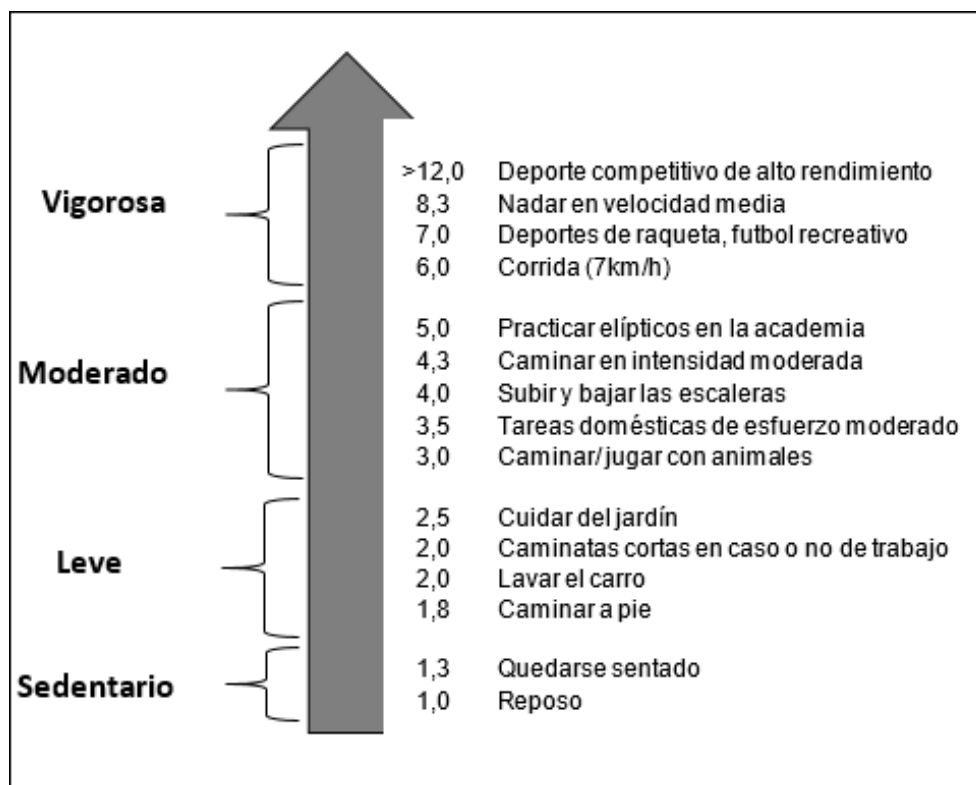
Aunque no se considera un factor de riesgo primario (AHA/ACC, 1999), se acepta que los individuos activos tienen un riesgo de cerca de 45 % menos mortalidad por DCV o cualquier otra enfermedad, a diferencia de los sujetos inactivos. La inactividad física induce a mecanismos que conducen a los factores de riesgo de las DCV (Charansonney, 2012).

Tenemos que tener en claro que hay diferencias entre sedentarismo e inactividad física. La conducta sedentaria es definida como la carencia de movimiento durante las horas de vigilia a lo largo del día, y es caracterizada por actividades que sobrepasan levemente el gasto energético basal (~1 MET) (Troiano et al., 2008). A su vez, la inactividad física se define como el no cumplimiento de las recomendaciones mínimas internacionales de AF para la salud de la población (≥ 150 min de actividad física de intensidad moderada o vigorosa por semana, o bien, lograr un gasto energético ≥ 600 MET/min/

semana) y las personas cuya AF esté por debajo de estas recomendaciones se consideran “inactivas físicamente”(Cristi Montero & Rodríguez, 2014)

En esta nueva perspectiva, se evidencian 2 aspectos: (a) el comportamiento sedentario caracterizado por actividades de gastos de hasta 1,3 METs; por ejemplo, sentarse y ver la televisión; mientras que (b) las actividades físicas leves, tales como la actividad de vida diaria, demandan niveles energéticos entre 1,8 a 2,5 METs (Mielke, 2012). En la figura 3, se observó el contraste de los puntos anteriores con la actividad física moderada y vigorosa, que incluyen actividades tales como conducir bicicleta, nadar, caminar.

Figura III Nos muestra la clasificación de las actividades en diferentes intensidades de acuerdo con los gastos energéticos ($\text{MET} \times \text{minutos}^{-1}$) según (Ainsworth et al., 2011).



Fuente: Compendio de actividades físicas: Una segunda actualización de los códigos y los valores MET (Ainsworth et al., 2011)

Un individuo puede ser considerado activo de acuerdo con las directrices de actividad física que se muestran en la **figura 3**, pero también pueden presentar hábitos sedentarios en su día cotidiano. Esto quiere decir que el comportamiento sedentario y la actividad física pueden coexistir (Farias, 2011). El American College of Sport Medicine (ACSM, 2013), en conjunto con el American Heart Association (AHA), recomienda que los individuos adultos deben acumular 30 minutos o más de actividad física moderada o vigorosa (AFMV) en por lo menos 1 semana para evitar las diversas dolencias (Nelson et al., 2007).

Contrariamente a la inactividad física y estilo de vida sedentario, la actividad física ha demostrado ser importante para determinar el envejecimiento global exitoso. Por lo tanto, conocer ahora la importancia de los niveles de AF para prevenir el sedentarismo o inactividad física es fundamental; sobre todo, en esta fase etaria, ya que están más propensos a no realizar actividad física por las diversas pérdidas funcionales que van acarreando conforme pasan los años (Dogra & Stathokostas, 2012).

OBJETIVO E HIPÓTESIS

III. OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo de este estudio es analizar la relación de la actividad física (counts por minuto, AFMV, AF leve y tiempo sedentario), aptitud cardiorrespiratoria ($VO_{2máx}$) y composición corporal (masa grasa, muscular, masa grasa androide y ginoide) en ambos sexos con edades comprendidas entre 65 a 80 años.

Las hipótesis son:

- Los índices de AF de intensidad moderada y aptitud cardiorrespiratoria se relacionan con la disminución de masa grasa y sus aglomeraciones en personas de tercera edad.
- Los índices de AF de intensidad moderada y aptitud cardiorrespiratoria se relacionan con la estabilidad de la masa muscular en personas de tercera edad.
- El sexo y la edad son variables intervinientes que pueden influir en la variación de la composición corporal.

MÉTODOS

IV. MÉTODOS

El presente estudio es de naturaleza transversal y ha involucrado a sujetos de tercera edad de ambos sexos de un programa de actividad física de la FADEUP, compuesto por 61 personas mayores voluntarias de la ciudad de Porto. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de Administración Regional de Salud del Norte (ARS Norte).

Los criterios de inclusión del presente estudio fueron los siguientes: las personas de la tercera edad tenían que ser autónomas, realizar todas las pruebas propuestas y tener entre 65 años a más. Por su parte, los criterios de exclusión de las personas de la tercera edad para participar en el estudio fueron los siguientes: tener un diagnóstico establecido de desórdenes cognitivos, neurológicos, entre otros; tener problemas ortopédicos que limitasen a los diversos test de estudio; tener diagnóstico de arritmia (del cual fueron excluidas 4 personas).

Por los criterios de exclusión, la muestra fue compuesta por 58 personas, de las cuales se excluyó a 9 personas por no cumplir con los parámetros establecidos de acelerometría, descritos en la parte metodológica correspondiente. Este total de 49 personas seleccionado como muestra determinante tuvo edades comprendidas entre los 65 y los 80 años.

Los individuos que tuvieron interés en participar fueron citados a una reunión general para aclarar todas las dudas acerca del estudio y sus procedimientos. Posteriormente, firmaron el consentimiento, de acuerdo con las reglas de las declaraciones de Helsínquia. Antes de iniciar la evaluación de cada participante, se les pidió responder un cuestionario de "Anamnesis" en el cual debían indicar todas las dolencias que presentaban. Se realizaron evaluaciones antropométricas, como peso corporal y altura, y se entregó un acelerómetro para la evaluación de la AF diaria, con las indicaciones de todas las instrucciones para su uso. En la siguiente visita de ellos a la FADEUP, se realizaron las evaluaciones de DEXA y tapete rodante, siguiendo el Protocolo de Bruce.

4.1. Composición corporal

Las medidas de peso y altura fueron evaluadas a través de una balanza y estadiómetro (digital SECA 708), con resultados expresados en kilogramos y con aproximación a las centésimas, respectivamente.

La evaluación del porcentaje de masa grasa, muscular, androide y ginoide se realizó a través de absorciometría radiológica de dupla energía DEXA (*Hologic Explore QDR-4500®*), en la FADEUP, utilizando un protocolo de cuerpo entero. El paciente no requirió ninguna preparación específica, salvo de despojarse de todo lo metálico; posteriormente, el sujeto tuvo que colocarse en decúbito dorsal, centrado en la mesa de DEXA con los brazos estirados al lado del cuerpo, las manos mirando a las piernas sin tocarlas y los pulgares hacia arriba. El test demoró 7 minutos.

Figura IV. Posición del paciente, haciendo uso de DEXA.



Fuente: DEXA Bone Density Scanner (Sáhoury, 2016).

4.2. Aptitud Cardiorrespiratoria

Para la determinación de los parámetros de la aptitud cardiorrespiratoria, se evaluó a través del $VO_{2máx}$ en un tapiz rodante por medio del protocolo de Bruce, en el cual, después de tres minutos de marcha (2,7 a 7,2 km/h), se administraron incrementos iguales de inclinación (1 a 3 %) en cada 3 minutos. Durante la prueba en el tapiz rodante, el consumo de oxígeno fue evaluado a través de un analizador de gases respiratorios (*Oxycon Pro, Jaeger, Germany*). El test terminó cuando el sujeto no mantuvo la velocidad de la corrida. Al final, se registró la velocidad máxima del test, la distancia total recorrida y el tiempo total del test.

Figura V. Corrida en el tapiz rodante, haciendo uso del espirómetro para hallar el $VO_{2máx}$.



Fuente: Espirometría en el tapiz rodante (Moreira, 2013).

Fue considerado como $VO_{2máx}$, el valor más elevado encontrado en cualquiera de estos últimos patamares del test (Tanaka et al., 1991).

4.3. Actividad física

La AF fue evaluada con un acelerómetro de modelo GT1M *Actigraph* (Florida, USA), colocado en la cintura al lado anterior derecho de la cresta iliaca, ajustado con una cinta elástica. Tanto en la programación como la descarga, los datos fueron realizados con el software *ActiLife Lifestyle Monitoring System versión 6.13.2*. Todo fue programado de acuerdo con los valores de corte definidos por Troiano et al. (2008): AF leve (101 – 2019 counts/min), AF moderada (2020-5998 counts/min), AF vigorosa (≥ 5999 counts/min), considerando a la AFMV como la suma de los counts/min de AF moderada y AF vigorosa.

El acelerómetro es un monitor que mide la aceleración que lleva a cabo una persona cuando se mueve, pudiendo ser uniaxial o triaxial, según mida las aceleraciones en una sola dirección (vertical) o lo haga en tres direcciones: antero-posterior, medio-lateral y longitudinal (Colley et al., 2010; Cordero Aguilar et al., 2014). Las dimensiones de los acelerómetros son pequeñas. Sus medidas exactas son 3,8 cm x 3,7 cm x 1,8 cm y 27 g aprox. (Sasaki et al., 2011; Van et al., 2014).

Para este estudio, los acelerómetros fueron programados para grabar datos en epochs de 60 segundos (counts/minutos). El período de medición fue de 4 a 7 días para obtener valores fiables. Fue solicitado al sujeto que lleve puesto el acelerómetro en todo momento, excepto cuando durmiera o efectuara actividades acuáticas.

La Figura VI. Posición del uso del acelerómetro.



Fuente: Acelerómetro (Social, 2016)

Se utilizó el criterio de exclusión a los sujetos con uso mínimo de 4 días de utilización diaria del acelerómetro, incluyendo un fin de semana dentro de estos días, con duración de por lo menos 600 minutos (10 horas) ajustados al punto de corte ya establecido (Pizarro et al., 2013; Troiano et al., 2008). En este sentido, se excluyó a 8 participantes que no cumplieron con los parámetros establecidos.

4.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos, se usa el software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 23.0* para verificar el tipo de distribución que presentaban los datos, lo realizamos a través del test de *Shapiro-Wilk*. Se encuentran variables que no presentaban una distribución normal, por lo cual se tuvo que transformar por el logaritmo de 10, de los cuales son: % MM, AFMV, AF leve. Para la presentación descriptiva general de estas variables se utilizó su valor original.

En la descripción de datos de las variables, se utilizaron media, desviación estándar y las frecuencias. Para la comparación de las medias de variables de la composición corporal, $VO_{2\text{máx}}$ y AF de manera total y, de acuerdo con el sexo, se utilizó la prueba T de muestras independientes.

Para el análisis de asociación entre las variables, se usó la correlación parcial bilateral, con ajustamiento para el sexo y la edad. Posteriormente, realizamos el modelo de regresión lineal múltiple, ejecutando el método *stepwise* para la determinación de los predictores de la CC y para saber el poder explicativo que tienen sobre ella. El nivel de significancia considerado fue de $p < 0,001$ y $p < 0,05$, respectivamente.

En el análisis de regresión lineal múltiple, se hizo uso del método *stepwise*, en el cual son introducidas todas las variables independientes, siendo eliminadas según su capacidad explicativa. Analizamos los 4 diferentes aspectos de la composición corporal (%MG, %MM, %Androide, % Ginoide), observando valores significativos en los siguientes modelos introducidos por el método (sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV) en el %MG y % Ginoide, mientras que en %MM y % Androide solo hubo una variable no excluida.

RESULTADOS

V. RESULTADOS

En la tabla 7, se describe la media y la desviación estándar de cada variable, así como también una comparación de acuerdo al sexo, para poder tener una visión y dirección del estudio.

Tabla VII. Características de la edad, peso, altura, composición corporal, aptitud cardiorrespiratoria y actividad física.

VARIABLES	Med (DE) n (%)		
	Total	Masculino (18)	Femenino (31)
Edad (años)	69,63 (±4,41)	69,00 (±5,22)	70,00 (±3,91)
Peso (kg)	71,72 (±12,90)	81,40 (±11,95)**	66,10(±9,85)
Altura (cm)	158,45 (±9,6)	168,16(±6,51)**	152,81(±5,90)
IMC (kg/m ²)	28,48 (±3,76)	28,74 (±3,38)	28,33 (±4,01)
Normal	8 (16,3%)	2 (11,1%)	6 (19,4%)
Sobrepeso	24 (49,0%)	9 (50,0%)	15 (48,4%)
Obesidad	17 (34,7)	7 (38,9%)	10 (32,3%)
<u>Composición Corporal</u>			
% MG	39,53 (±6,57)	33,07 (±5,63)**	43,28 (±3,40)
% MM	42,40 (±9,48)	52,54 (±7,04)**	36,52 (±4,26)
% Androide	42,75 (±6,14)	39,79 (±6,55)*	44,46 (±5,26)
% Ginoide	40,14 (±7,25)	31,99 (±4,06)**	44,87 (±3,44)
<u>Aptitud cardiorrespiratoria</u>			
VO ₂ máx (ml/kg/min)	23,56 (±4,75)	26,10 (±5,13)**	22,08 (±3,89)
<u>Actividad Física</u>			
Counts/min	283,26 (±88,55)	269,45 (± 59,61)	291,28 (± 101,74)
Tsedentario (min/día)	489,05 (±88,43)	528,23(±68,71)*	468,24 (±91,55)
AF Leve (min/día)	292,81 (±81,06)	249,19 (±43,53)**	315,99 (±87,17)
AFMV (min/día)	22,09 (±16,40)	23,87 (±10,96)	21,15 (±18,40)
*CR	10 (20,4%)	4 (22,2%)	6 (19,4%)
*NCR	39 (79,6%)	14 (77,8%)	25 (80,6%)

%MG, porcentaje de masa grasa; %MM, porcentaje de masa muscular; VO₂máx, volumen máximo de oxígeno; T sedentario, tiempo sedentario; AF Leve, actividad física leve; APMV, actividad física moderada-vigorosa. P, Diferencia significativa entre ancianos del sexo masculino y femenino; **El valor es significativo en el nivel $p<0,001$; *El valor es significativo en el nivel $p<0,05$.

En la tabla 7, se puede verificar que existe una clara diferencia entre mujeres y hombres en cuanto a los valores referidos al ámbito de la salud. En este sentido, las diferencias significativas en la mayoría de las variables son en relación al sexo, evidenciando así que los varones presentan mejores resultados. No obstante, se observa una contradicción en el IMC, ya que no presenta diferencias estadísticamente significativas y en los porcentajes de masa grasa y masa muscular ocurre lo contrario. Asimismo, se puede observar que las personas de tercera edad no cumplen con las recomendaciones de AFMV.

Cuando se realiza el cuadro descriptivo de acuerdo con la edad, para observar si es posible encontrar diferencias estadísticamente significativas, no encontrando diferencia significativa de acuerdo a las edades (Spirduso et al., 2005).

En la tabla 8, se presenta la relación entre los porcentajes de la composición corporal (masa grasa, masa muscular, androide y ginoide) con los niveles de actividad física (actividad física moderado-vigorosa, actividad física leve y tiempo sedentario) y volumen máximo de oxígeno, haciendo uso de los procedimientos estadísticos, conocidos como correlación parcial, en donde efectúa una relación ajustada al sexo y la edad.

Tabla VIII. Correlación Parcial entre los indicadores de la composición corporal y el volumen máximo de oxígeno y los índices de actividad, ajustado al sexo y la edad.

Variable	%MG		%MM		Androide		Ginoide	
	r	(p)	r	(p)	r	(p)	r	(p)
VO ₂ máx(ml/kg/min)	-0,406**	0,005	-0,139	0,351	-0,317*	0,030	-0,463**	0,001
Counts/min)	-0,182	0,222	-0,023	0,876	-0,140	0,348	-0,194	0,192
AFMV (min/día)	-0,345*	0,018	-0,069	0,647	-0,239	0,106	-0,327*	0,025
AF leve (min/día)	-0,043	0,773	-0,168	0,258	-0,162	0,278	0,037	0,806
Tsedent(min/día)	0,099	0,508	0,074	0,622	0,147	0,325	0,055	0,716

Nota: Los valores transformados al LOG10 fueron utilizados en el análisis.

* $P < 0,05$, ** $P < 0,001$.

Es posible verificar que existe una correlación negativamente moderada (inversamente proporcional) entre el %MG y VO₂máx ($r = -0,406$, $p < 0,05$), entre %MG y AF moderada ($r = -0,345$, $p < 0,05$), y en relación con la actividad física moderado-vigorosa. Solo se mostró relación en el porcentaje de masa ginoide,

con la indicación de que, cuanto mayores sean los valores de $VO_{2\text{máx}}$ seguidamente de AF moderada, menor será el %MG.

La relación entre la masa muscular y AF moderado-vigorosa no encontró una relación significativa alguna en lo que respecta a los niveles de androide y ginoide relacionados con el volumen máximo de oxígeno $r = -0,317$, $p < 0,05$ y $r = -0,463$, $p < 0,001$, respectivamente. La relación fue negativamente moderada e inversamente proporcional.

En la tabla 9, se usa el modelo estadístico llamado *stepwise*, conocido como un método jerárquico en donde ciertas variables entran al análisis en secuencias, mientras otras son analizadas en separado, siendo retiradas si contribuyen a mejorar el modelo. En este caso, se observa si existe una variación en la variable dependiente (porcentaje de la composición corporal) a partir de dos variables independientes (actividad física y volumen máximo de oxígeno), analizando la relación entre ellas.

Tabla IX. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % Masa grasa con el sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV.

% Masa Grasa - Regresión Lineal Múltiple (Stepwise)			
	<i>R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,757$)	0,573		
Sexo		0,757	0,000
	<i>Adjusted R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,808$)	0,638		
Sexo		0,628	0,000
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)		-0,312	0,002
	<i>Adjusted R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,831$)	0,669		
Sexo		0,623	0,000
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)		-0,280	0,004
AFMV (min/día)		-0,194	0,026

Nota: Los valores transformados al LOG10 fueron utilizados en el análisis. $P<0,05$, $P<0,001$.

En el primero, se consideró apenas al sexo, donde se verificó que es un predictor independiente del %MG, con un 57,3% de variación. En el segundo modelo, se verificó que el sexo y el $VO_{2\text{máx}}$ interactúan en la variación del % MG, donde se explica su variación en un 63,8 %. En el tercer modelo, se verificó que el sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV influyen en la variación del %MG en 66,9%. Al realizar el análisis estadístico considerando al $VO_{2\text{máx}}$ como variable dependiente, encontramos un solo predictor de importancia que era el % de MG, siendo un valor semejante al cual describimos de ($\beta = -0,311$). En la tabla 10, se muestran los valores del porcentaje de masa muscular con las variables independientes, donde el sexo es el único modelo que demuestra un valor aceptable.

Tabla X. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % Masa grasa con el sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV.

% Masa Muscular - Regresión Lineal Múltiple (Stepwise)			
	<i>R Square</i>	β	p
Modelo ($r=0,824$)	0,679		
Sexo		-0,814	0,000

Nota: Los valores transformados al LOG10 fueron utilizados en el análisis. $P<0,05$, $P<0,001$.

En el siguiente modelo, el único que guardaba una relación con el %MG fue el sexo, explicado en un 67,9%.

En la tabla 11, se muestran los valores del porcentaje de androide, influenciado por el volumen máximo de oxígeno, donde es nuevamente el único modelo en el método de evaluación.

Tabla XI. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre % de Androide con el $VO_{2\text{máx}}$.

% Androide - Regresión Lineal Múltiple (Stepwise)			
	<i>R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,454$)	0,206		
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)		-0,454	0,001

Nota: Los valores transformados al LOG10 fueron utilizados en el análisis. $P<0,05$, $P<0,001$.

Para androide, hubo un modelo de varianza 20,6%, con el $VO_{2\text{máx}}$, la predicción de importancia fue de $\beta = -0,454$, $p<0,001$.

En la tabla 12, exponemos la relación del porcentaje ginoide con el sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV, donde estos son los que realizan una variación o relación con la variable dependiente.

Tabla XII. Modelo de regresión lineal múltiple para las relaciones entre el % de ginoide con el sexo, $VO_{2\text{máx}}$ y AFMV.

% Ginoide - Regresión Lineal Múltiple (Stepwise)			
	<i>R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,865$)	0,748		
Sexo		0,865	0,000
	<i>Adjusted R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,894$)	0,791		
Sexo		0,762	0,000
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)		-0,249	0,001
	<i>Adjusted R Square</i>	β	<i>p</i>
Modelo ($r=0,904$)	0,805		
Sexo		0,759	0,000
$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)		-0,227	0,002
AFMV(min/día)		-0,136	0,042

Nota: Los valores transformados al LOG10 fueron utilizados en el análisis. $P<0,05$, $P<0,001$.

En la tabla 12, la primera variable, apenas al sexo, comprobó ser un predictor independiente del %MG, explicando en un 74,8% su variación. En el segundo modelo, se verificó que el sexo y el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ interactúan en la variación del %MG, explicando su variación en un 79,1%.

DISCUSIÓN

VI. DISCUSIÓN

El objetivo general de este estudio fue analizar la relación de la actividad física (counts por minuto, AFMV, AF leve y tiempo sedentario), ApC ($VO_{2m\acute{a}x}$) y composición corporal (masa muscular, masa grasa total androide y ginoide) en adultos mayores de ambos sexos con edades superiores a 65 años.

Los resultados de este estudio muestran que existe una relación entre la AFMV y ApC ($VO_{2m\acute{a}x}$), y los valores del %MG total y %MG ginoide, reforzando la hipótesis de la literatura, acerca de la importancia de estas variables para evitar el riesgo de desenvolvimiento de las DCV y potenciar un envejecimiento saludable (Chung et al., 2016; Lavie et al., 2013; Seo et al., 2016).

Resultados semejantes fueron encontrados en el estudio de Yu et al. (2011). Se estudió a 659 mujeres en edades comprendidas entre 55 y 94 años y se encontraron asociaciones entre la composición corporal, $VO_{2m\acute{a}x}$ y AF. De acuerdo con estos autores, la composición corporal y los niveles de actividad física son determinantes para la disminución relacionada con la edad en la ApC ($VO_{2m\acute{a}x}$) (Ryu et al., 2013; Spirduso et al., 2005; Yu et al., 2011).

De igual modo, Bohn (2010), al relacionar la CC con la ApC y la AF en 63 ancianos (40 mujeres y 23 hombres), encontró asociaciones positivas entre las variables. Esta autora refuerza la importancia de la AFMV observada en función de los COUNTS sobre la masa muscular y la ApC de las poblaciones geriátricas. En este estudio, no fue posible observar la relación significativa entre MM y AFMV, posiblemente porque está relacionado con un mayor porcentaje de mujeres en nuestra muestra. En la tabla 7, verificamos que existe una diferencia significativa entre %MM entre sexos, presentando los hombres valores estadísticamente superiores. Por el contrario, el % de MG total, el ginoide y el androide fue superior en las mujeres.

En la tabla 9, los resultados muestran que existe una relación entre el % de MG con el sexo ($\beta = -0,623$), % de MG con el ApC ($\beta = -0,280$) y % de MG con la AFMV ($\beta = -0,194$), asumiendo que las personas que practican más AFMV y mejores niveles de ApC tienen menos %MG. Resultados semejantes fueron encontrados en el estudio de Moreira et al. (2014), entre la ApC y la composición corporal en mujeres posmenopáusicas. Este estudio incluyó a 208 mujeres y se observó que los niveles adecuados del $VO_{2m\acute{a}x}$ se relacionan con bajos niveles de adiposidad y mayores valores de masa magra, asemejándose con este estudio. La relación inversa entre la AF, ApC y CC ayudan a evitar futuras DCV (Chung et al., 2016; Fan et al., 2016; McAuley & Beavers, 2014; Seo et al., 2016).

El estudio de metaanálisis de McAuley & Beavers (2014) con 30.104 pacientes con DCV indica que la ApC influencia significativamente a la obesidad. Existe un consenso general entre los estudios de la paradoja de la obesidad que persiste entre los pacientes con baja ApC, por lo que también se sugiere que los niveles más altos de ApC pueden modificar la relación entre la grasa corporal y la supervivencia en pacientes que manifiestan una paradoja de obesidad (Chung et al., 2016; Lamuela-Raventos et al., 2016; Pereira da Silva et al., 2016).

Paralelamente, en el estudio de Woo et al. (2013), en el cual se realizó un “follow-up” durante 7 años para determinar cómo influye la CC y ApC en la mortalidad de cuatro mil hombres y mujeres de 65 años, se confirmó los efectos beneficiosos de la ApC en la mortalidad, pero no se explicó la “paradoja de la obesidad”. Los resultados manifiestan la importancia de mantener la forma física a través del ejercicio; sin embargo, al relacionarlo con la obesidad, no encontraron relación alguna.

El estudio transversal de Triviño et al. (2015) con 40 sujetos con insuficiencia cardíaca de $66,8 \pm 11,4$ años, encontró relación entre mayores índices de masa corporal (hallado a través del IMC) con mejores niveles de ApC. Sugirió que los mayores índices de masa corporal («paradoja de la obesidad»), tienen una relación inversamente proporcional al nivel cardiorrespiratorio evaluado por $VO_{2m\acute{a}x}$. A pesar de tener un método de evaluación relativamente inverosímil, sus resultados se asemejan a nuestro estudio. Mientras que algunos

autores usan el IMC, este estudio utilizó DEXA, acelerometría, espirometría en el tapete rodante.

Según varios autores, el IMC no es un mejor indicador de obesidad en personas de tercera edad, ya que existen alteraciones asociadas con la edad, con la disminución de la altura y peso con mayor composición de masa grasa, así como menos masa muscular en las personas mayores. Ante ello, Batsis et al. (2016), en su estudio con 4.984 sujetos mayores de 60 años, afirman que el rango de prevalencia sarcopénica y obesidad son mal identificadas en las personas mayores, a través del IMC. Este autor refuerza la importancia de usar métodos más objetivos, como DEXA, para evaluar la CC, ya que este manejo inadecuado en el ámbito de investigación trae diversas deficiencias en la interpretación real de la salud. Respaldando nuestros resultados y los resultados de las demás personas presentamos un estudio en donde nos indica que actividades planificadas tienen influencias en la modificación de la CC.

Lee et al. (2012), investigando los efectos del entrenamiento de 14 semanas sobre la grasa corporal y la pérdida de grasa abdominal, observa una reducción significativa en la masa grasa y la grasa abdominal total, habiendo un incremento del $VO_{2máx}$. A través de este estudio verificamos que una persona de tercera edad que realiza actividades planificadas, tales como ejercicios, puede obtener resultados positivos de la CC, relacionado con buenos niveles de $VO_{2máx}$ (Chung et al., 2016; Garcia et al., 2014).

En la tabla 10, los resultados muestran que existe una relación entre el % de MM y el sexo ($\beta = -0,814$): mientras los varones presentan valores superiores de masa muscular, las mujeres presentan valores superiores en los demás compartimentos y acumulaciones. Analizar quién tiene mayor composición muscular es relativamente consensual, por lo que la mayoría de estudios respaldan el resultado obtenido en este estudio (Dos Santos et al., 2016; Spirduso et al., 2005). Cheng et al. (2014).

En el siguiente estudio transversal de pérdida de masa muscular en 1766 hombres y 1778 mujeres de entre 18-96 años, demuestran que se tiene una mayor disminución de la masa muscular durante el envejecimiento en las

mujeres (Messier et al., 2011). Concuerta con lo mencionado y acota que la menopausia se asocia con una disminución en los niveles de estrógeno, lo que podría conducir a un aumento de la adiposidad visceral, así como una disminución en la densidad ósea, la masa muscular y la fuerza muscular.

Así, estas diferencias entre sexos en la masa muscular están probablemente relacionadas con las diferencias hormonales. Dalton et al. (2011), al realizar un seguimiento de modulador selectivo del receptor de andrógenos GTX-024, que sirve para prevenir y tratar la pérdida de masa muscular masa magra total evaluada por DEXA, así como la osteoporosis en 120 personas saludables de edad avanzada (> 60 años de edad), obtuvo resultados iguales en hombres y mujeres después de hacer la intervención. Esto indica que, si se modulan las hormonas en ambos sexos, se tendrá respuestas semejantes.

Por tales contradicciones, cabe destacar que, genéticamente, hay una diferencia entre los hombres y las mujeres desde el momento de la concepción (Hansen & Kjaer, 2014; Melgarejo, 2016). Posteriormente, vienen diferencias marcadas en el desenvolvimiento del cuerpo. Los diversos estudios muestran que los varones tienen mayores niveles de masa muscular y, consecuentemente, mayor fuerza muscular y una mejor salud (Spiriduso et al., 2005; Villada & Alonso, 2015). Contrario a ello, se tiene la sarcopenia, que es una condición altamente prevalente en personas de edad avanzada que conduce a la discapacidad, hospitalización y muerte (Fielding et al., 2011).

En la tabla 5, los resultados muestran que existe una relación entre el % de MG androide con la ApC ($\beta = -0,454$), suponiendo que las personas que tienen mejores niveles de ApC tienen menos porcentaje de masa grasa androide. La asociación de estas dos variables conduce a hablar acerca de las DCV (Batsis et al., 2016; Clark et al., 2014; De Schutter et al., 2014; Foong et al., 2014; Lavie et al., 2013), debido a la acumulación excesiva de masa grasa en la parte abdominal y los problemas funcionales en el sistema cardiorrespiratorio (McAuley & Beavers, 2014; Moreira et al., 2014).

A través de los estudios, se verifica que es común que el envejecimiento se asocie con una modificación de la composición corporal (%MG) y con los principales órganos que participan en la entrega de oxígeno y la utilización, siendo algunos de los responsables de la ApC (Batsis et al., 2016; Burtcher, 2013; Yu et al., 2011). El obtener resultados de asociación entre ambas variables conduce a pensar en DCV. Ante ello, los diversos estudios respaldan los resultados del presente estudio (Batsis et al., 2016; Clark et al., 2014; De Schutter et al., 2014; Foong et al., 2014; Lavie et al., 2013).

Moreira et al. (2014), al analizar la relación entre la ApC y la composición corporal (grasa visceral) en 208 mujeres posmenopáusicas (57.57 ± 6.62 años), verificaron que las mujeres que tenían mayor adiposidad tenían menor ApC, con lo cual se concluye que estas variables son dependientes entre ellas. En la tabla 1, también se observa que el % MG androide es mayor en las mujeres a diferencia de los varones. Por teoría, se sabe que la acumulación de MG androide es una característica de los varones (Spirduso et al., 2005); sin embargo, en este estudio ocurre lo contrario. Posiblemente, estos resultados se den debido a que, en el envejecimiento, las mujeres dejan de producir hormonas que alteran la composición corporal (Spirduso et al., 2005). Ante ello, Hodson et al. (2015), al investigar la relación entre la grasa androide y el metabolismo de los lípidos en mujeres pre y posmenopáusicas, utilizando una combinación de técnicas de isótopos trazadores estables para investigar la síntesis intrahepática de ácidos grasos y la partición, llegaron a la conclusión de que, en las mujeres, la obesidad abdominal es un importante motor de la secreción de VLDL hepática, mientras que el estado posmenopáusico se caracteriza por un aumento pequeño de VLDL. Estos datos brindan información de la presencia de lípidos en la sangre observada, donde hay un aumento de VLDL en las mujeres posmenopáusicas. Ello contribuye a tener mayores niveles de grasa abdominal durante el envejecimiento; sobre todo, en las mujeres.

La relación de estas dos variables es una paradoja en el ámbito de la investigación y la salud, debido a que algunos autores colocan como predictor a la aptitud cardiorrespiratoria, mientras otros colocan como predictor a la composición corporal “obesidad”. Esta variación es de acuerdo al interés del

investigador y según el ámbito de investigación (Batsis et al., 2016; Lee et al., 2012; Moreira et al., 2014; Simões et al., 2015; Woo et al., 2013). El impacto de la ApC lleva a tener una serie de mecanismos que pueden ofrecer posibles explicaciones para el fenómeno desconcertante de la obesidad (De Schutter et al., 2014; Santos et al., 2012). El nivel de ApC está ampliamente asociado con el ejercicio físico, estilo de vida, características sociodemográficas personales y con la salud (Barberio et al., 2016; Martins et al., 2016). Por ejemplo, la actividad física realizada de manera continua y planificada es un tipo de comportamiento que produce aumento en la ApC y disminución de la masa grasa (Martins et al., 2016; Santos et al., 2012).

En la tabla 6, los resultados muestran que existe una relación entre el % de MG ginoide con el sexo ($\beta = -0,759$), la ApC ($\beta = -0,227$) y % de MG ginoide con la AFMV ($\beta = -0,136$), asumiendo que las personas que practican más AFMV y mejor ApC tienen menos porcentaje de masa grasa ginoide. Esto es una contribución a la obesidad, relativamente alejada de las DCV; sin embargo, se relacionan con las enfermedades en los riñones, el útero, la vejiga, várices, problemas circulatorios y cansancio excesivo (Dos Santos et al., 2016; Ryu et al., 2013). Según los resultados de la tabla 6, las mujeres presentan mayores niveles de % de masa ginoide, mientras que, según la tabla 3, las mujeres también presentan mayores niveles de % de MG. Por lo tanto, se asume que las mujeres tienen mayor acumulación de grasa y por consiguiente más obesas, a pesar de que las variables predictoras influyen en la variación. Además, este tipo de acumulación de grasa se asocia con un mayor riesgo de fracturas de tobillo y dolencias en los miembros inferiores (Compston et al., 2011; Pasha et al., 2016).

En este estudio, las AFMV y ApC son consideradas predictores de la CC e indican que una persona que practica más actividad física tiene mejores niveles de ApC y ello influye en los niveles de composición corporal o viceversa. Los diversos autores y estudios (Garcia et al., 2014; McCormack et al., 2016; Moreira et al., 2014; Ryu et al., 2013) respaldan estos resultados, a pesar de utilizar diversos métodos en diferentes contextos. La relación no lineal en este estudio también conduce posiblemente a tener menos DCV, evitando así la falta de dependencia de las personas de tercera edad y mortalidad.

Por ello, la evaluación proactiva es fundamental, ya que también es parte de los factores de riesgo cardiovasculares y, de esta manera, se podrán tratar y reducir (Winter et al., 2016).

Cabe mencionar que las variables intervinientes en este estudio son edad y sexo. Teniendo como resultados de relaciones significativas al sexo con el porcentaje de masa grasa, porcentaje de masa grasa ginoide y porcentaje de masa muscular, es claro que, en el ámbito de la investigación, las mujeres presentan mayores porcentajes de masa grasa por diversas alteraciones, sean hormonales, fisiológicas, entre otras, y las siguientes diferencias también van ocurriendo durante el envejecimiento, en donde la menopausia se constituye como el punto de inicio de las modificaciones y fenómenos, siendo el punto de partida de estos abruptos cambios (Batsis et al., 2016; Govindaraju et al., 2015; Muir et al., 2016; Simões et al., 2015).

A pesar de que las mujeres presentan mayores diferencias durante el envejecimiento, también ocurre este fenómeno en los varones, provocando un incremento de la adiposidad y reducción de la masa muscular en ambos sexos de manera diferenciada. Por tales motivos, el diagnóstico de la obesidad en personas mayores es desafiante (Batsis et al., 2016; Carnevale et al., 2015; Lohman, 1981; Ramos Lorente et al., 2012; Spirduso et al., 2005). A ello, se añade el cuidado que se debe tener en los métodos de evaluación para determinadas poblaciones, que es el caso de personas de tercera edad.

LIMITACIONES Y VENTAJAS DE LA EVALUACIÓN

VII. LIMITACIONES

- El presente estudio es de tipo transversal, por lo que impide hacer un análisis profundo de las influencias de la AF y la ApC en la CC.
- El sentido de análisis de datos es una controversia: no encontrando un consenso que afirme que una depende de otra.
- La participación de los varones de tercera edad fue escasa. Ello influye en los resultados.
- Los instrumentos de evaluación son costosos, lo cual hace difícil el acceso para muchos investigadores.

VIII. VENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN

8.1. Densitometría ósea

- Tiene una gran ventaja frente a otros métodos de evaluación debido a sus múltiples beneficios de uso y a su gran avance tecnológico.
- Es un método simple, rápido y confiable a diferencia de otros métodos que puede hallar la CC, lo cual lo hace mucho más ventajoso y riguroso.
- La cantidad de radiación utilizada es extremadamente pequeña, menos de un décimo de la dosis estándar de rayos X para el tórax y menos que la exposición de un día a la radiación natural.

8.2. Acelerómetro

- El acelerómetro es un método fiable de evaluación, ya que es un sensor de movimientos que permite conocer la actividad física realizada en función del tiempo de movimiento, es práctico y de fácil uso.

8.3. Ergoespirometría en el tapiz rodante

- Es un método muy confiable, debido a que el $VO_{2m\acute{a}x}$ es obtenido en función de la frecuencia cardíaca, desde la observación de los avances de los patamares y, efectivamente, a través de esta evaluación se puede corroborar que una es persona apta para poder ejecutar diversos planeamientos físicos.

CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONES

- Con este estudio, se llega a la conclusión de que la AFMV y la ApC se relacionan con la variación del porcentaje de masa grasa y masa ginoide.
- Las mujeres presentan mayores niveles de porcentaje de masa grasa y porcentaje de masa grasa ginoide relacionadas a la AFMV y la ApC.
- Los varones presentan mayor porcentaje de masa muscular.

BIBLIOGRAFÍA

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ACSM. (2013). *Guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Achour, E. C., Barthelemy, J. C., Lionard, K. C., Trombert, B., Lacour, J. R., Thomas-Anterion, C., Gonthier, R., Garet, M., & Roche, F. (2011). Level of physical activity at the age of 65 predicts successful aging seven years later: The PROOF study. *Rejuvenation Research* 14(2), 215-221.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Jr., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of physical activities: A second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 43(8), 1575-1581.
- Albala, C., Sanchez, H., Lera, L., Angel, B., & Cea, X. (2011). [Socioeconomic inequalities in active life expectancy and disability related to obesity among older people]. *Rev Med Chil*, 139(10), 1276-1285.
- Alzaid, F., Patel, V. B., & Preedy, V. R. (2014). Cardiovascular disease in aging and the role of oxidative stress. *Oxidative Stress and Dietary Antioxidants. 1st ed. London: Academic Press Elsevier publications*, 23-38.
- Allender, S., Scarborough, P., Peto, V., Rayner, M., Leal, J., Luengo-Fernandez, R., & Gray, A. (2008). European cardiovascular disease statistics. *European Heart Network*.
- Alley, D. E., Koster, A., Mackey, D., Cawthon, P., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Yu, B., Hardy, S., Goodpaster, B., Sarkisian, C., Houston, D. K., Kritchevsky, S. B., Cummings, S., Lee, J. S., Tyllavsky, F. A., Newman, A., & Harris, T. (2010). Hospitalization and change in body composition and strength in a population-based cohort of older persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 58(11), 2085-2091.
- Amer, N. M., Sanches, D., & de Moraes, S. M. F. (2008). Índice de massa corporal e razão cintura-quadril de praticantes de atividade aeróbica moderada. *Revista da Educação Física/UEM*, 12(2), 97-103.
- Aquilani, R., D'Antona, G., Baiardi, P., & Gambino, A. (2014). Essential amino acids and exercise tolerance in elderly muscle-depleted subjects with chronic diseases: A rehabilitation without rehabilitation? *Hindawi*, 2014, 341603.
- Archer, E., Paluch, A. E., Shook, R. P., & Blair, S. N. (2013). Physical activity and the science of successful aging. *Kinesiol Rev*, 2(1), 29-38.
- Arós, F., Boraita, A., Alegría, E., Alonso, Á. M., Bardají, A., Lamiel, R., Luengo, E., Rabadán, M., Alijarde, M., & Aznar, J. (2000). Guías de práctica clínica de la sociedad española de cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista española de cardiología*, 53(8), 1063-1094.
- Avelar, N. C., Simao, A. P., Tossige-Gomes, R., Neves, C. D., Mezencio, B., Szmuchrowski, L., Coimbra, C. C., & Lacerda, A. C. (2011). Oxygen consumption and heart rate during repeated squatting exercises with or without whole-body vibration in the elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3495-3500.
- Backer, G., Ambrosionie, E., Borch-Johnsen, K., Brotons, C., Cifkova, R., Dallongeville, J., Ebrahim, S., Faergeman, O., Graham, I., & Mancia, G. (2003). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: third joint task force of European and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of eight societies and by invited experts). *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 10(1 suppl), S1-S78.
- Bacon, S. L., Sherwood, A., Hinderliter, A., & Blumenthal, J. A. (2004). Effects of exercise, diet and weight loss on high blood pressure. *Sports Medicine* 34(5), 307-316.
- Barberio, M. D., Huffman, K. M., Giri, M., Hoffman, E. P., Kraus, W. E., & Hubal, M. J. (2016). Gene expression correlates with exercise: Training insulin sensitivity changes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*

- Batsis, J. A., Mackenzie, T. A., Bartels, S. J., Sahakyan, K. R., Somers, V. K., & Lopez-Jimenez, F. (2016). Diagnostic accuracy of body mass index to identify obesity in older adults: NHANES 1999-2004. *International Journal of Obesity* 40(5), 761-767.
- Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S., & Owen, N. (2006). Physical activity measurement: A primer for health promotion. *Education and Health Promotion* 13(2), 92-103.
- Baumgartner, R. N., Stauber, P. M., McHugh, D., Koehler, K. M., & Garry, P. J. (1995). Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+ years of age. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 50(6), M307-316.
- Beere, P. A., Russell, S. D., Morey, M. C., Kitzman, D. W., & Higginbotham, M. B. (1999). Aerobic exercise training can reverse age-related peripheral circulatory changes in healthy older men. *Circulation*, 100(10), 1085-1094.
- Behnke, A., Feen, B., & Welham, W. (1942). The specific gravity of healthy men: body weight ÷ volume as an index of obesity. *Journal of the American Medical Association*, 118(7), 495-498.
- Blokh, D., & Stambler, I. (2014). Estimation of heterogeneity in diagnostic parameters of age: Related diseases. *Aging and Disease*, 5(4), 218-225.
- Boccatonda, A., Tripaldi, R., Davi, G., & Santilli, F. (2016). Oxidative stress modulation through habitual physical activity. *Current Pharmaceutical Design*.
- Bohn, L. (2010). *Determinação de valores critério de actividade física em idosos com acelerometria uniaxial* Faculdade de Desporto, Universidade do Porto. Relatório de Estágio apresentado a
- Borges, M. R. D., & Moreira, A. (2009). Influências da prática de atividades físicas na terceira idade: Estudo comparativo dos níveis de autonomia para o desempenho nas AVDs e AIVDs entre idosos ativos fisicamente e idosos sedentários. *Motriz*, 15(3), 562-573.
- Borkan, G. A., & Norris, A. H. (1977). Fat redistribution and the changing body dimensions of the adult male. *Human Biology* 49(3), 495-513.
- Bouchard, C., Dionne, F. T., Simoneau, J.-A., & Boulay, M. R. (1992). Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise and sport sciences reviews*, 20(1), 27-58.
- Brandão, A. P., Brandão, A. A., Magalhães, M. E. C., & Pozzan, R. (2003). Epidemiologia da hipertensão arterial. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo*, 13(1), 7-19.
- Burtscher, M. (2013). Exercise limitations by the oxygen delivery and utilization systems in aging and disease: Coordinated adaptation and deadaptation of the lung-heart muscle axis - a mini-review. In *Gerontology* (Vol. 59, pp. 289-296). Switzerland: Basel.
- Camiña Fernández, F., Cancela Carral, J., & Romo Pérez, V. (2001). La prescripción del ejercicio físico para personas mayores: Valores normativos de la condición física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1(2), 136-154.
- Carnevale, V., Piscitelli, P. A., Minonne, R., Castriotta, V., Cipriani, C., Guglielmi, G., Scillitani, A., & Romagnoli, E. (2015). Estimate of body composition by Hume's equation: validation with DXA. *Endocrine*, 49(1), 65-69.
- Carter, N. D., Kannus, P., & Khan, K. (2001). Exercise in the prevention of falls in older people. *Sports Medicine*, 31(6), 427-438.
- Carvalho, M. J., Marques, E., & Mota, J. (2009). Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology*, 55(1), 41-48.
- Clark, A. L., Fonarow, G. C., & Horwich, T. B. (2014). Obesity and the obesity paradox in heart failure. *Progress in Cardiovascular Diseases* 56(4), 409-414.
- Colley, R., Connor Gorber, S., & Tremblay, M. S. (2010). Quality control and data reduction procedures for accelerometry: Derived measures of physical activity. *Public Health Reports*, 21(1), 63-69.
- Compston, J. E., Watts, N. B., Chapurlat, R., Cooper, C., Boonen, S., Greenspan, S., Pfeilschifter, J., Silverman, S., Díez-Pérez, A., & Lindsay, R. (2011). Obesity is not protective against

- fracture in postmenopausal women: GLOW. *The American journal of medicine*, 124(11), 1043-1050.
- Corbi, G., Conti, V., Scapagnini, G., Filippelli, A., & Ferrara, N. (2012). Role of sirtuins, calorie restriction and physical activity in aging. *Frontiers in Bioscience*, 4, 768-778.
- Cordero Aguilar, M., López Sánchez, A., Barrilao Guisado, R., Blaque Rodríguez, R., Segovia Noack, J., & Cano Pozo, M. (2014). Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida. *Nutrición Hospitalaria*, 29(n06), 1250-1261.
- Corella, D., & Ordoñas, J. M. (2014). Aging and cardiovascular diseases: The role of gene-diet interactions. *Ageing Research Reviews* 18, 53-73.
- Costa, K. S. (2014). *Análise de diferentes programas de exercício físico sobre a amplitude de movimento articular de idosos de ambos os sexos*. Universidade de Porto. Relatório de Estágio apresentado a
- Criado Sánchez, V., Castellano Martínez, A., & Medina López, I. M. (2003). La prueba de esfuerzo en el paciente con cardiopatía isquémica. *Enfermería Clínica*, 13(3), 180-187.
- Cristi Montero, C., & Rodríguez, R. (2014). Paradoja" activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente": Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista médica de Chile*, 142(1), 72-78.
- Chacón, J., Sandoval, D., Muñoz, R., & Romero, T. (2015). Evaluación del control de la presión arterial y la adherencia terapéutica en hipertensos seguidos en el Programa de Salud Cardiovascular (PSCV): Asociación con características clínicas, socioeconómicas y psicosociales. *Revista chilena de cardiología*, 34(1), 18-27.
- Chapman, I. M. (2010). Obesity paradox during aging. *Interdisciplinary Topics in Gerontology and Geriatrics* 20-36.
- Charansonney, O. (2012). Physical activity and aging: opposing physiologic effects. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* 61(5), 365-369.
- Chen, K., Janz, K., Zhu, W., & Brychta, R. (2012). Re-defining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(1 Suppl 1), S13.
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R., Jr. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37(11 Suppl), S490-500.
- Cheng, Q., Zhu, X., Zhang, X., Li, H., Du, Y., Hong, W., Xue, S., & Zhu, H. (2014). A cross-sectional study of loss of muscle mass corresponding to sarcopenia in healthy Chinese men and women: Reference values, prevalence, and association with bone mass. *Journal of bone and mineral metabolism*, 32(1), 78-88.
- Cho, K. H., Michel, J. P., Juerguen, B., Jatin, D., & Park, S. H. (2011). *Geriatric medicine international*. Seoul: Argos.
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo Jr, J. L., Jones, D. W., Materson, B. J., Oparil, S., & Wright Jr, J. T. (2003). The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure: The JNC 7 report. *Jama*, 289(19), 2560-2571.
- Chung, E., Kim, Y., & Usen, O. (2016). Associations between parity, obesity, and cardiovascular risk factors among middle-aged women. *Journal of Women's Health*
- Dalton, J. T., Barnette, K. G., Bohl, C. E., Hancock, M. L., Rodriguez, D., Dodson, S. T., Morton, R. A., & Steiner, M. S. (2011). The selective androgen receptor modulator GTx-024 (enobosarm) improves lean body mass and physical function in healthy elderly men and postmenopausal women: Results of a double-blind, placebo-controlled phase II trial. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 2(3), 153-161.
- De Schutter, A., Lavie, C. J., & Milani, R. V. (2014). The impact of obesity on risk factors and prevalence and prognosis of coronary heart disease-the obesity paradox. *Progress in Cardiovascular Diseases* 56(4), 401-408.

- Dogra, S., & Stathokostas, L. (2012). Sedentary behavior and physical activity are independent predictors of successful aging in middle-aged and older adults. *Journal of Aging Research* 2012, 190654.
- Dos Santos, A. D. A., Pinho, C. P. S., Do Nascimento, A. C. S., & Costa, A. C. O. (2016). Sarcopenia en pacientes ancianos atendidos ambulatoriamente: Prevalencia y factores asociados. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2).
- Epstein, F. H., Jones, N. L., & Killian, K. J. (2000). Exercise limitation in health and disease. *New England Journal of Medicine*, 343(9), 632-641.
- Ezquerro Alegría, E., Vázquez Castellano, J. M., & Barrero Alegría, A. (2008). Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: Implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica. *Revista Española de Cardiología*, 61(7), 752-764.
- Fan, H., Li, X., Zheng, L., Chen, X., Lan, Q., Wu, H., Ding, X., Qian, D., Shen, Y., Yu, Z., Fan, L., Chen, M., Tomlinson, B., Chan, P., Zhang, Y., & Liu, Z. (2016). Abdominal obesity is strongly associated with cardiovascular disease and its risk factors in elderly and very elderly community-dwelling Chinese. *Scientific Reports* 6, 21521.
- Farias, J. C. (2011). Atividade física e comportamento sedentário: Estamos caminhando para uma mudança de paradigma? . *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 16(4), 279-280.
- Fawcett, D. W. B. (1981). *Tratado de histología*.
- Fiatarone Singh, M. (1998). Body composition and weight control in older adults. *Perspectives in exercise science and sports medicine: Exercise, nutrition and weight control*, 11, 243-288.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., van Kan, G. A., Andrieu, S., Bauer, J., & Breuille, D. (2011). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249-256.
- Fiser, W. M., Hays, N. P., Rogers, S. C., Kajkenova, O., Williams, A. E., Evans, C. M., & Evans, W. J. (2010). Energetics of walking in elderly people: Factors related to gait speed. In *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical* (Vol. 65, pp. 1332-1337). United States.
- Fleg, J. L., & Strait, J. (2012). Age-associated changes in cardiovascular structure and function: A fertile milieu for future disease. *Heart Failure Reviews* 17(4-5), 545-554.
- Fletcher, G. F., Balady, G. J., Amsterdam, E. A., Chaitman, B., Eckel, R., Fleg, J., Froelicher, V. F., Leon, A. S., Pina, I. L., Rodney, R., Simons-Morton, D. A., Williams, M. A., & Bazzarre, T. (2001). Exercise standards for testing and training: A statement for healthcare professionals from the american heart association. *Circulation*, 104(14), 1694-1740.
- Florencio, G. L., Goncalves, A. K., Canario, A. C., & Silva, M. J. (2011). Aging: A reflection about physical activity and oxidative stress in women. *Acta Médica Portuguesa* 24 Suppl 4, 983-988.
- Flores Lázaro, J. R., Rodríguez Martínez, E., & Rivas Arancibia, S. (2011). Consecuencias metabólicas de la alteración funcional del tejido adiposo en el paciente con obesidad. *Revista Médica del Hospital General de México*, 74(03), 157-165.
- Foong, Y. C., Aitken, D., Winzenberg, T., Otahal, P., Scott, D., & Jones, G. (2014). The association between physical activity and reduced body fat lessens with age - results from a cross-sectional study in community-dwelling older adults. *Experimental Gerontology* 55, 107-112.
- Fragoso, I., & Vieira, M. (1999). Variabilidade morfológica no idoso. *Envelhecer melhor com a atividade física*, 99, 131-142.
- Franklin, S. S., Gustin, W., Wong, N. D., Larson, M. G., Weber, M. A., Kannel, W. B., & Levy, D. (1997). Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure *Circulation*, 96(1), 308-315.

- Fuentes Pérez, M. d. C., Linares Gázquez, J. J., Jurado Molero, M. d. M., & Botella Mercader, I. (2012). Un estudio de campo sobre el envejecimiento activo en función de la actividad física y ejercicio físico. *Revista iberoamericana de psicología y salud*, 3(1), 19-37.
- Gale, C. R., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2014). Framingham cardiovascular disease risk scores and incident frailty: The english longitudinal study of ageing. *Age (Dordr)*, 36(4), 9692.
- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., Pierson, R. N., Pi-Sunyer, F. X., & Heymsfield, S. B. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 279(2), E366-375.
- García, O. L., Recio, R. J. I., Schmidt, T. A., Puigdomenech, P. E., Martínez, V. V., Fernández, A. C., Rubio, G. J., Agudo, C. C., Patino, A. M. C., Rodríguez, S. E., & Gómez, M. M. A. (2014). Relationship between objectively measured physical activity and cardiovascular aging in the general population: The EVIDENT trial. *Atherosclerosis*, 233(2), 434-440.
- Garrow, J. S. (1982). New approaches to body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 35(5 Suppl), 1152-1158.
- Gibbons, R. J., Balady, G. J., Bricker, J. T., Chaitman, B. R., Fletcher, G. F., Froelicher, V. F., Mark, D. B., McCallister, B. D., Mooss, A. N., O'Reilly, M. G., Winters, W. L., Gibbons, R. J., Antman, E. M., Alpert, J. S., Faxon, D. P., Fuster, V., Gregoratos, G., Hiratzka, L. F., Jacobs, A. K., Russell, R. O., & Smith, S. C. (2002). ACC-AHA 2002 Guideline update for exercise testing: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines. *Journal of the American College of Cardiology* 40(8), 1531-1540.
- Govindaraju, D., Atzmon, G., & Barzilai, N. (2015). Genetics, lifestyle and longevity: Lessons from centenarians. *Applied & Translational Genomics* 4, 23-32.
- Guo, S. S., Zeller, C., Chumlea, W. C., & Siervogel, R. M. (1999). Aging, body composition, and lifestyle: The fels longitudinal study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3), 405-411.
- Haarbo, J., Gotfredsen, A., Hassager, C., & Christiansen, C. (1991). Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). *Clin Physiol*, 11(4), 331-341.
- Hansen, M., & Kjaer, M. (2014). Influencia del sexo y el estrógeno sobre el recambio proteico musculotendinoso en reposo y después del ejercicio. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 42(4), 183-192.
- Harada, N. D., Chiu, V., King, A. C., & Stewart, A. L. (2001). An evaluation of three self-report physical activity instruments for older adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6), 962-970.
- Hawkins, S. A., Marcell, T. J., Victoria Jaque, S., & Wiswell, R. A. (2001). A longitudinal assessment of change in VO2max and maximal heart rate in master athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(10), 1744-1750.
- Hayes, S. M., Alosco, M. L., & Forman, D. E. (2014). The Effects of aerobic exercise on cognitive and neural decline in aging and cardiovascular disease. *Curr Geriatr Rep*, 3(4), 282-290.
- Hendelman, D., Miller, K., Baggett, C., Debold, E., & Freedson, P. (2000). Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(9 Suppl), S442-449.
- Hepple, R. T., Hagen, J. L., Krause, D. J., & Jackson, C. C. (2003). Aerobic power declines with aging in rat skeletal muscles perfused at matched convective O2 delivery. *Journal of Applied Physiology*, 94(2), 744-751.
- Heras Benito, M. R. (2014). Patologías asociadas a la obesidad. Síndrome metabólico y diabetes mellitus tipo 2. *Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia*.
- Hermoso, d. M. M. (2003). *Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo clínica y diagnóstico diferencial*. Comunicação apresentada em Anales del sistema sanitario de Navarra.

- Heyward, V. (2001). ASEP methods recommendation: Body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology* 4(4), 1-12.
- Hodson, L., Banerjee, R., Rial, B., Arlt, W., Adiels, M., Boren, J., Marinou, K., Fisher, C., Mostad, I. L., & Stratton, I. M. (2015). Menopausal status and abdominal obesity are significant determinants of hepatic lipid metabolism in women. *Journal of the American Heart Association*, 4(10), e002258.
- Horan, M., Gibney, E., Molloy, E., & McAuliffe, F. (2015). Methodologies to assess paediatric adiposity. *Irish Journal of Medical Science* 184(1), 53-68.
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: Resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(6 Suppl), S364-369; discussion S419-320.
- Jackson, C. F., & Wenger, N. K. (2011). Cardiovascular disease in the elderly. In *Revista Española de Cardiología* (Vol. 64, pp. 697-712). Spain: 2011 Sociedad Espanola de Cardiologia. Published by Elsevier Espana.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of applied physiology*, 89(1), 81-88.
- Javier González, F. d. P., Sastré Jiménez, A., Tejero Quevedo, E. d. C., & León Guzmán, R. (2015). Correlación de sobrepeso y obesidad con la presión arterial en adultos mayores en una unidad de primer nivel en Tabasco. *Horizonte sanitario*, 14(1).
- John, D., & Freedson, P. (2012). ActiGraph and actical physical activity monitors: A peek under the hood. In *Medicine Science in Sports Exercise* (Vol. 44, pp. S86-89). United States.
- Kaminsky, L. A., & Whaley, M. H. (1998). Evaluation of a new standardized ramp protocol: The BSU/Bruce ramp protocol. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 18(6), 438-444.
- Karas, M. G., Yee, L. M., Biggs, M. L., Djousse, L., Mukamal, K. J., Ix, J. H., Zieman, S. J., Siscovick, D. S., Gottdiener, J. S., Rosenberg, M. A., Kronmal, R. A., Heckbert, S. R., & Kizer, J. R. (2016). Measures of body size and composition and risk of incident atrial fibrillation in older people: The cardiovascular health study. *American Journal of Epidemiology*.
- Kemper, P., Reschovsky, J. D., & Tu, H. T. (1999). Do HMOs make a difference? Summary and implications. *Inquiry*, 36(4), 419-425.
- Kim, T. N., Lee, E. J., Hong, J. W., Kim, J. M., Won, J. C., Kim, M. K., Noh, J. H., Ko, K. S., Rhee, B. D., & Kim, D. J. (2016). Relationship between sarcopenia and albuminuria: The 2011 Korea national health and nutrition examination survey. *Medicine (Baltimore)*, 95(3), e2500.
- Kirkwood, T. B., & Austad, S. N. (2000). Why do we age? *Nature*, 408(6809), 233-238.
- Kyle, U., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European Journal of Clinical Nutrition* 55(8), 663-672.
- Lakatta, E. G. (2002). Age-associated cardiovascular changes in health: Impact on cardiovascular disease in older persons. *Heart Failure Reviews*, 7(1), 29-49.
- Lamuela-Raventos, R. M., Lynch, C. P., Williams, J. S., Voronca, D., Walker, R. J., & Egede, L. E. (2016). Meaning of illness and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*
- Lauretani, F., Bandinelli, S., Griswold, M. E., Maggio, M., Semba, R., Guralnik, J. M., & Ferrucci, L. (2008). Longitudinal changes in BMD and bone geometry in a population-based study. *Journal of Bone and Mineral Research* 23(3), 400-408.
- Lavie, C. J., Cahalin, L. P., Chase, P., Myers, J., Bensimhon, D., Peberdy, M. A., Ashley, E., West, E., Forman, D. E., Guazzi, M., & Arena, R. (2013). Impact of cardiorespiratory fitness on the obesity paradox in patients with heart failure. *Clinic Proceedings*, 88(3), 251-258.
- Lee, M. G., Park, K. S., Kim, D. U., Choi, S. M., & Kim, H. J. (2012). Effects of high-intensity exercise training on body composition, abdominal fat loss, and cardiorespiratory fitness in

- middle-aged Korean females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 37(6), 1019-1027.
- Lenart, P., & Krejci, L. (2016). DNA, the central molecule of aging. *Mutation Research: Fundamental and Molecular* 786, 1-7.
- Lera, L., Albala, C., Angel, B., Sanchez, H., Picrin, Y., Hormazabal, M. J., & Quiero, A. (2014). Anthropometric model for the prediction of appendicular skeletal muscle mass in Chilean older adults. *Nutrición Hospitalaria*, 29(3), 611-617.
- Lexell, J., Taylor, C. C., & Sjostrom, M. (1988). What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *Journal of the Neurological Sciences* 84(2-3), 275-294.
- Lima, C. M. F., Barreto, S. M., & Giatti, L. (2003). Health status, physical functioning, health services utilization, and expenditures on medicines among Brazilian elderly: a descriptive study using data from the National Household Survey. *Cadernos de saúde pública*, 19(3), 735-743.
- Lohman, T. G. (1981). *Skinfolds and body density and their relation to body fatness* (Vol. Vol. 53, No. 2 (May 1981), pp. 181-225): Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T. G., Harris, M., Teixeira, P. J., & Weiss, L. (2000). Assessing body composition and changes in body composition: Another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *Annals of the New York Academy of Sciences* 904, 45-54.
- London, G., Covic, A., Goldsmith, D., Wiecek, A., Suleymanlar, G., Ortiz, A., Massy, Z., Lindholm, B., Martinez-Castelao, A., Fliser, D., Agarwal, R., Jager, K. J., Dekker, F. W., Blankestijn, P. J., & Zoccali, C. (2011). Arterial aging and arterial disease: interplay between central hemodynamics, cardiac work, and organ flow-implications for CKD and cardiovascular disease. *Kidney International Supplements* 1(1), 10-12.
- Llano, M., Manz, M., & Oliveira, S. (2002). *Guia prático da actividade física na terceira idade*. Universidade do Porto. Relatório de Estágio apresentado a
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*: Human Kinetics.
- Mancia, G., Fagard, R., Narkiewicz, K., Redon, J., Zanchetti, A., Bohm, M., Christiaens, T., Cifkova, R., De Backer, G., Dominiczak, A., Galderisi, M., Grobbee, D. E., Jaarsma, T., Kirchhof, P., Kjeldsen, S. E., Laurent, S., Manolis, A. J., Nilsson, P. M., Ruilope, L. M., Schmieder, R. E., Sirnes, P. A., Sleight, P., Viigimaa, M., Waeber, B., & Zannad, F. (2013). ESH/ESC Practice guidelines for the management of arterial hypertension. *Blood Press*, 23(1), 3-16.
- Marini, M., Monaci, M., Manetti, M., Piazza, M., Paternostro, F., & Sgambati, E. (2015). Can practice of Dancesport as physical activity be associated with the concept of "successful aging"? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 55(10), 1219-1226.
- Martínez Álvarez, J., Villarino Marín, A., Polanco Allué, I., Iglesias Rosado, C., Gil Gregorio, P., Ramos Cordero, P., López Rocha, A., Ribera Casado, J., & Legido Arce, J. (2008). Recomendaciones de bebida e hidratación para la población española. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria* 28, 3-19.
- Martins, C., Kazakova, I., Ludviksen, M., Mehus, I., Wisloff, U., Kulseng, B., Morgan, L., & King, N. (2016). High-intensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism* 26(3), 197-204.
- Martz, K., & Morse, J. M. (2016). The changing nature of guilt in family caregivers: Living through care transitions of parents at the end of life. *Qualitative Health Research*.
- Matsudo, S. M., Matsudo, V. K. R., & Barros Neto, T. L. (2000). Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 8(4), 21-32.

- McAuley, M. T., & Mooney, K. M. (2014). Lipid metabolism and hormonal interactions: Impact on cardiovascular disease and healthy aging. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 9(4), 357-367.
- McAuley, P. A., & Beavers, K. M. (2014). Contribution of cardiorespiratory fitness to the obesity paradox. *Progress in Cardiovascular Diseases* 56(4), 434-440.
- McCormack, L., Meendering, J., Specker, B., & Binkley, T. (2016). Associations between sedentary time, physical activity, and dual-energy X-ray absorptiometry measures of total body, android, and gynoid fat mass in children. *Journal of Clinical Densitometry*.
- Melgarejo, E. (2016). *Endotelio y mujer: similitud y diferencias con el hombre Endothelium and woman: similitude and differences with man*. Comunicação apresentada em Anales de la Facultad de Medicina.
- Messier, V., Rabasa-Lhoret, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A. D., & Aubertin-Leheudre, M. (2011). Menopause and sarcopenia: A potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68(4), 331-336.
- Mielke, G. I. (2012). *Comportamento sedentário em adultos*. Universidade Federal de Pelotas. Relatório de Estágio apresentado a
- Mohamed, E. I., & De Lorenzo, A. (2003). Mathematical models and their application in body composition research. *Acta Diabetologica*, 40 Suppl 1, S3-8.
- Monteiro, A. B., & Fernandes, J. (2002). Análise da composição corporal: Uma revisão de métodos. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 4(1), 80-92.
- Montoye, H. J., Kemper, H. C., Saris, W. H., & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Wayne State University Press: Human Biology
- Moreira, H., Passos, B., Rocha, J., Reis, V., Carneiro, A., & Gabriel, R. (2014). Cardiorespiratory fitness and body composition in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 43, 139-148.
- Moreira, J. M. (2013). ¿Sabes interpretar una prueba de esfuerzo? Ergoespiometría. disponível em <http://www.buenaforma.org/2013/05/01/sabes-interpretar-una-prueba-de-esfuerzo-ergoespiometria/>
- Moreno, J. A. C., Sánchez, R. F., Laborda, E. M., Pascual, M. J., Urruticoechea, P. G., Beneyto, S. E., & Bernal, J. O. (2000). Prueba de esfuerzo de bajo riesgo en pacientes con angina inestable:¿ implica un pronóstico favorable? *Revista Española de Cardiología*, 53(6), 783-790.
- Mota, J., Ribeiro, J. L., Carvalho, J., & De Matos, M. G. (2006). Actividade física e qualidade de vida associada à saúde em idosos participantes e não participantes em programas regulares de atividade física. *Revista brasileira de educação física e esporte*, 20(3), 219-225.
- Muir, L. A., Neeley, C. K., Meyer, K. A., Baker, N. A., Brosius, A. M., Washabaugh, A. R., Varban, O. A., Finks, J. F., Zamarron, B. F., Flesher, C. G., Chang, J. S., DelProposto, J. B., Geletka, L., Martinez-Santibanez, G., Kaciroti, N., Lumeng, C. N., & O'Rourke, R. W. (2016). Adipose tissue fibrosis, hypertrophy, and hyperplasia: Correlations with diabetes in human obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 24(3), 597-605.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. In *Med Sci Sports Exerc* (Vol. 39, pp. 1435-1445). United States.
- Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1998). Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: The dubbo osteoporosis epidemiology study. *Journal of Bone and Mineral Research* 13(9), 1458-1467.
- North, B. J., & Sinclair, D. A. (2012). The intersection between aging and cardiovascular disease. *Circulation Research*, 110(8), 1097-1108.

- O'Halloran, J. A., Satchell, C. S., & Mallon, P. W. (2013). Dyslipidemia, atherosclerosis and cardiovascular disease: an increasingly important triad in an aging population living with HIV. *Future Virology*, 8(10), 1021-1034.
- O'Doherty, M. G., Jørgensen, T., Borglykke, A., Brenner, H., Schöttker, B., Wilsgaard, T., Siganos, G., Kavousi, M., Hughes, M., & Müezzinler, A. (2014). Repeated measures of body mass index and C-reactive protein in relation to all-cause mortality and cardiovascular disease: results from the consortium on health and ageing network of cohorts in Europe and the United States (CHANCES). *European Journal of Epidemiology*, 29(12), 887-897.
- Okazaki, K., Iwasaki, K., Prasad, A., Palmer, M. D., Martini, E. R., Fu, Q., Arbab-Zadeh, A., Zhang, R., & Levine, B. D. (2005). Dose-response relationship of endurance training for autonomic circulatory control in healthy seniors. In *J Appl Physiol* (1985) (Vol. 99, pp. 1041-1049). United States.
- OMS. (2012). *Sobrepeso* Dissertação de apresentada a
- Oskvig, R. M. (1999). Special problems in the elderly. *Chest*, 115(5 Suppl), 158s-164s.
- Pasha, E. P., Birdsill, A., Parker, P., Elmenshawy, A., Tanaka, H., & Haley, A. P. (2016). Visceral adiposity predicts subclinical white matter hyperintensities in middle-aged adults. *Obesity Research & Clinical Practice*
- Payeras Coca, A. (2005). Evolución del control de la hipertensión arterial en Atención Primaria en España. Resultados del estudio Controlpres 2003. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 22(1), 5-14.
- Pereira da Silva, A., Matos, A., Valente, A., Gil, A., Alonso, I., Ribeiro, R., Bicho, M., & Gorjao-Clara, J. (2016). Body composition assessment and nutritional status evaluation in men and women Portuguese centenarians. *The Journal of Nutrition Health and Aging* 20(3), 256-266.
- Pickering, T. G., Hall, J. E., Appel, L. J., Falkner, B. E., Graves, J., Hill, M. N., Jones, D. W., Kurtz, T., Sheps, S. G., & Roccella, E. J. (2005). Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: Part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Hypertension*, 45(1), 142-161.
- Pina, F. L. C., do Nascimento, M. A., Januário, R. S. B., Gerage, A. M., de Oliveira, A. R., & Cyrino, E. S. (2013). Influência da ordem de exercícios com pesos sobre a composição corporal em homens idosos. *Revista da Educação Física/UEM*, 24(3), 443-451.
- Pizarro, A. N., Ribeiro, J. C., Marques, E. A., Mota, J., & Santos, M. P. (2013). Is walking to school associated with improved metabolic health? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 1-7.
- Plaza Pérez, I. (2003). Estado actual de los programas de prevención secundaria y rehabilitación cardiaca en España. *Revista Española de Cardiología*, 56(08), 757-760.
- Pollock, M. L., Mengelkoch, L. J., Graves, J. E., Lowenthal, D. T., Limacher, M. C., Foster, C., & Wilmore, J. H. (1997). Twenty-year follow-up of aerobic power and body composition of older track athletes. *Journal of Applied Physiology* (1985), 82(5), 1508-1516.
- Ramírez, J. (2014). *Estudio comparativo de las complicaciones en cirugía dermatológica entre pacientes de 80 años o más y menores de 80 intervenidos de cáncer cutáneo no melanoma*. Universidad Miguel Hernández. Relatorio de Estagio apresentado a
- Ramos Lorente, R., Armán Azpeitia, J., Galeano Arévalo, N., Hernández Munoz, A., Gómez García, J., & Molinero Gredilla, J. (2012). Absorciometría con rayos X de doble energía: Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*, 54(5), 410-423.
- Rech, C. R., Ferreira, L. d. A., Cordeiro, B. A., Vasconcelos, F. d. A. G. d., & Petroski, E. L. (2007). Estimativa da composição corporal por meio da absorciometria radiológica de dupla energia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 15(4), 87-98.

- Reilly, R. A., & Janson, S. C. (2012). Supplement use in the prevention and treatment of cardiovascular disease in the aging population. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1559827612449595.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *Gerontologist*, 53(2), 255-267.
- Romero, A. S., Blazeovich, A. J., Martinez, P. M., Perez, G. J., Luque, A. J., Lopez, R. F. J., & Alcaraz, P. E. (2013). Effects of high-resistance circuit training in an elderly population. *Experimental Gerontology* 48(3), 334-340.
- Rothney, M. P., Apker, G. A., Song, Y., & Chen, K. Y. (2008). Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. *Journal of Applied Physiology*, 105(4), 1091-1097.
- Ruiz, J. S. (2012). *Factores metabólicos: Homocisteína, Lipoproteína: control global del riesgo cardiometabólico*: Ediciones Díaz de Santos.
- Rutten, A., & Abu, O. K. (2004). Prevalence of physical activity in the European Union. *Soz Praventivmed*, 49(4), 281-289.
- Ryu, M., Jo, J., Lee, Y., Chung, Y. S., Kim, K. M., & Baek, W. C. (2013). Association of physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Age Ageing*, 42(6), 734-740.
- Sáhoury. (2016). DEXA: Bone density scanner. disponível em <http://sahourypainclinic.com/pain-clinic/dexa-bone-scanner/>
- Salamone, L. M., Fuerst, T., Visser, M., Kern, M., Lang, T., Dockrell, M., Cauley, J. A., Nevitt, M., Tyllavsky, F., & Lohman, T. G. (2000). Measurement of fat mass using DEXA: A validation study in elderly adults. *Journal of Applied Physiology* (1985), 89(1), 345-352.
- Salas, S. J., Rubio, M. A., Barbany, M., & Moreno, B. (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Medicina clínica*, 128(5), 184-196.
- Santos, D. A., Silva, A. M., Baptista, F., Santos, R., Gobbo, L. A., Mota, J., & Sardinha, L. B. (2012). Are cardiorespiratory fitness and moderate-to-vigorous physical activity independently associated to overweight, obesity, and abdominal obesity in elderly? *American Journal of Human Biology*, 24(1), 28-34.
- Sardinha, L. (1997). Avaliação da composição corporal. *Actividade Física e Medicina Moderna*, 167-179.
- Sasaki, J. E., John, D., & Freedson, P. S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of Applied Physiology*, 14(5), 411-416.
- Schwartz, R. S., Shuman, W. P., Bradbury, V. L., Cain, K. C., Fellingham, G. W., Beard, J. C., Kahn, S. E., Stratton, J. R., Cerqueira, M. D., & Abrass, I. B. (1990). Body fat distribution in healthy young and older men. *Journals of Gerontology*, 45(6), M181-185.
- Seo, W. J., Lee, G. M., Hwang, J. H., Lee, M. N., & Kang, H. C. (2016). Association between body mass index, waist circumference and prevalence of microalbuminuria in Korean adults of age 30 years and older without diabetes, hypertension, renal failure, or overt proteinuria: The 2013 Korean national health and nutrition examination survey. *Korean Journal of Family Medicine*, 37(1), 57-63.
- Serra, A. (2011). Associação entre Qualidade de Vida, Actividade Física, Aptidão Física e Factores de risco das Doenças Cardiovasculares dos Idosos Institucionalizados, da Região de Portugal.
- Serra, M. L., Ribas, B. L., Aranceta, B. J., Perez, R. C., Saavedra, S. P., & Pena, Q. L. (2003). Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000). *Medicina Clínica* 121(19), 725-732.

- Shen, W., St-Onge, M. P., Pietrobelli, A., Wang, J., Wang, Z., Heshka, S., & Heymsfield, S. B. (2005). Four-compartment cellular level body composition model: Comparison of two approaches. *Obesity research*, 13(1), 58-65.
- Shephard, R. J. (2009). Maximal oxygen intake and independence in old age. *British Journal of Sports Medicine* 43(5), 342-346.
- Simões, M., Severo, M., Oliveira, A., Ferreira, I., & Lopes, C. (2015). Predictive equations for estimating regional body composition: A validation study using DXA as criterion and associations with cardiometabolic risk factors. *Annals of human biology*, 1-10.
- Social, C. d. S. y. B. (2016). Acelerómetros. disponível em <http://www.ayto-villacanada.es/salud/acelerometros>
- Souza, F. R., Oliveira, S. P., & Fiamoncini, R. L. (2007). Obesidade e envelhecimento. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento (RBONE)*, 1(2), 3.
- Spirduso, W., Francis, K., & MacRae, P. (2005). *Physical dimensions of aging*: Inc.
- Strath, S. J., Kaminsky, L. A., Ainsworth, B. E., Ekelund, U., Freedson, P. S., Gary, R. A., Richardson, C. R., Smith, D. T., & Swartz, A. M. (2013). Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 128(20), 2259-2279.
- Surh, Y. J., Dashwood, R. H., Na, H. K., & Ji, L. L. (2011). Introduction to nutrition and physical activity in aging, obesity, and cancer. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1229, vii-viii.
- Szulc, P., & Delmas, P. D. (2007). Bone loss in elderly men: Increased endosteal bone loss and stable periosteal apposition. *Osteoporosis International* 18(4), 495-503.
- Tanaka, H., Fukumoto, S., Osaka, Y., Ogawa, S., Yamaguchi, H., & Miyamoto, H. (1991). Distinctive effects of three different modes of exercise on oxygen uptake, heart rate and blood lactate and pyruvate. *International Journal of Sports Medicine* 12(5), 433-438.
- Teixeira, I. N. D., & Neri, A. L. (2008). Envelhecimento bem-sucedido: uma meta no curso da vida. *Psicologia USP*, 19(1), 81-94.
- Toraman, F., & Sahin, G. (2004). Age responses to multicomponent training programme in older adults. *Disability and Rehabilitation* 26(8), 448-454.
- Triviño, L., Ávila, J. C., & Ramírez-Vélez, R. (2015). La paradoja de la obesidad y su relación con la aptitud cardiorrespiratoria en pacientes con insuficiencia cardíaca. *Revista Colombiana de Cardiología*, 22(5), 218-223.
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Masse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40(1), 181-188.
- Trost, S., Loprinzi, P. D., Moore, R., & Pfeiffer, K. A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc*, 43.
- Trost, S. G. (2007). State of the art reviews: measurement of physical activity in children and adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1(4), 299-314.
- Tylavsky, F., Lohman, T., Blunt, B. A., Schoeller, D. A., Fuerst, T., Cauley, J. A., Nevitt, M. C., Visser, M., & Harris, T. B. (2003). QDR 4500A DXA overestimates fat-free mass compared with criterion methods. *Journal of Applied Physiology*, 94(3), 959-965.
- Van, C. J., Van, H. V., Ilse, B., Owen, N., & Deforche, B. (2014). Older adults' reporting of specific sedentary behaviors: Validity and reliability. *BMC Public Health*, 14(1), 1.
- Vasudev, S., Mohan, A., Mohan, D., Farooq, S., Raj, D., & Mohan, V. (2004). Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA: The chennai urban rural epidemiology study. *Journal of the Association of Physicians of India*, 52, 877-881.
- Villada, P., & Alonso, F. (2015). Relación entre la masa muscular, la densidad mineral ósea, la fuerza muscular, la aptitud funcional y la calidad muscular en personas mayores. *Dialnet*, 294.

- Villani, A. M., Crotty, M., Cameron, I. D., Kurrle, S. E., Skuza, P. P., Cleland, L. G., Cobiac, L., & Miller, M. D. (2014). Appendicular skeletal muscle in hospitalised hip-fracture patients: Development and cross-validation of anthropometric prediction equations against dual-energy X-ray absorptiometry. *Age and Ageing*, 43(6), 857-862.
- Visser, M., Pahor, M., Tylavsky, F., Kritchevsky, S. B., Cauley, J. A., Newman, A. B., Blunt, B. A., & Harris, T. B. (2003). One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol* (1985), 94(6), 2368-2374.
- Wang, B., Li, Z., Miao, M., Liu, X., Wang, H., Liang, G., Liu, Z., Sun, Y., & Yuan, W. (2015). The relationship between physical activity and aging symptoms among community-dwelling men aged 40-70 years in shanghai, china. *Journal of physical activity & health*, 12(1).
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005). *Principles of exercise testing and interpretation: Including pathophysiology and clinical applications*: Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia.
- Wilmore, J. H. (2003). Aerobic exercise and endurance: improving fitness for health benefits. *Phys Sportsmed*, 31(5), 45-51.
- Williams, B., Poulter, N. R., Brown, M. J., Davis, M., McNnes, G. T., Potter, J. F., Sever, P. S., & Mc, G. T. S. (2004). Guidelines for management of hypertension: Report of the fourth working party of the British Hypertension Society. *Journal of Human Hypertension* 18(3), 139-185.
- Winter, C. F., & Evenhuis, H. M. (2015). Cardiovascular disease risks in people with an intellectual disability: Causes and interventions. *Ned Tijdschr Geneeskde*, 158(0), A8002.
- Winter, C. F., van den Berge, A. P., Schoufour, J. D., Oppewal, A., & Evenhuis, H. M. (2016). A 3-year follow-up study on cardiovascular disease and mortality in older people with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities* 53-54, 115-126.
- Withers, R. T., LaForgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G., & Leaney, F. (1998). Comparisons of two, three and four compartment models of body composition analysis in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 85(1), 238-245.
- Woo, J., Yu, R., & Yau, F. (2013). Fitness, fatness and survival in elderly populations. *AGE*, 35(3), 973-984.
- Yang, W., & Hekimi, S. (2010). A mitochondrial superoxide signal triggers increased longevity in *Caenorhabditis elegans*. *PLOS Biology*, 8(12), 1000556.
- Yang, Z., & Ming, X. F. (2012). MTOR signalling: the molecular interface connecting metabolic stress, aging and cardiovascular diseases. *Obesity Reviews* 13 Suppl 2, 58-68.
- Yu, R., Yau, F., Ho, S., & Woo, J. (2011). Cardiorespiratory fitness and its association with body composition and physical activity in Hong Kong Chinese women aged from 55 to 94 years. *Maturitas*, 69(4), 348-353.
- Zink, A. N., Perez-Leighton, C. E., & Kotz, C. M. (2014). The orexin neuropeptide system: Physical activity and hypothalamic function throughout the aging process. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8, 211.

